

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.01 – Машиностроение

Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники (ТМСР)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали "Шпиндель"

УДК_ 621.81-2:621.941-229.3-047.84.001.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л23	Юлдашев Шахзод Хамроали угли		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лещинер Екатерина Георгиевна	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технологии машиностроения и промышленной робототехники	Вильнин Александр Даниилович	-		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий решения для производства Машиностроительного междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения.
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях.
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.01 – Машиностроение

Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники (ТМСР)

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ТМСР

Вильнин А.Д.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л23	Юлдашеву Шахзоду Хамроали угли

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали "Шпиндель"	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 18.04.2017г. № 2771/5

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none"> -Чертеж детали -Программа выпуска - Справочная нормативная литература
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> -Обзор научно-технической литературы -определение типа производства -составление маршрутной карты технологического процесса -размерный анализ технологического

	<p><i>процесса</i></p> <p><i>- расчет припусков и технологически размеров</i></p> <p><i>-расчет режимов резания и нормирования</i></p> <p><i>операция технологического процесс</i></p> <p><i>-конструирование станочного приспособления</i></p>
Перечень графического материала	<p><i>-Чертеж детали</i></p> <p><i>- карта технологического процесса</i></p> <p><i>- размерный анализ технологического процесса</i></p> <p><i>- чертеж заготовки, чертеж приспособления</i></p> <p><i>- схема сборки.</i></p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лещинер Екатерина Георгиевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л23	Юлдашев Шахзод Хамроали угли		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИнЭО

Направление подготовки 15.03.01 – Машиностроение

Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники (ТМСПр)

Уровень образования бакалавр

Период выполнения (весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2017 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.03.2017 г.	Обзор научно-технической литературы	5
28.03.2017 г.	Определение типа производства ,составление маршрутной карты технологического процесса	6
17.04.2017 г.	Размерный анализ технологического процесса Расчет припусков и технологически размеров	7
28.04.2017 г.	Расчет режимов резания и нормирования операция технологического процесса	4
10.05.2017 г.	Конструирование станочного приспособления	6
20.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	7
30.05.2017 г.	Социальная ответственность	7
2.06.2017 г.	Оформление работы	6

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лещинер Екатерина Георгиевна	-		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология машиностроения и промышленной робототехники	Вильнин Александр Даниилович	-		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 120 л., 8 рис. , 22 табл., 23 источников.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, оснастка, размерный анализ.

Объектом исследования при написании работы была деталь «Шпиндель» и технологический процесс ее изготовления.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4-х разделов.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования.

В разделе первом проектируется операционный технологический процесс изготовления детали. Определяется тип производства, разрабатывается маршрутная карта технологического процесса, рассчитываются технологические размеры, режимы резания и нормы времени.

В разделе втором проектируется специальное станочное приспособление, которое будет использовано для фрезерной операции.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали "Шпиндель".

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
РАЗДЕЛ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	
1.1 Исходные данные. Назначение и анализ чертежа детали.....	10
1.2 Определение типа производства.....	11
1.3 Анализ чертежа детали.....	12
1.4 Анализ технологичности конструкции детали.....	14
1.5 Выбор исходной заготовки.....	14
1.6 Структура технологического процесса.....	16
1.6.1 Принятый технологический процесс.....	21
1.6.2 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	25
1.7 Размерный анализ технологического процесса: расчёт допусков , припусков и технологических размеров.....	33
1.8 Расчет режимов резания	48
1.9 Нормирование операций технологического процесса	60
РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособление.....	63
2.2 Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления.....	65
2.3 Определение необходимой силы зажима.....	67
2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.	72
2.5 Разработка схему сборки приспособления.....	73
2.6 Расчёт точности приспособления.....	73
2.7 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций.....	75
РАЗДЕЛ 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	77
3.1 Анализ по технологии QuaD.....	78
3.2 Структура работ в рамках научного исследования.....	81
3.3 Определение трудоемкости выполнения работ.....	82

3.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	86
3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	90
3.5.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	90
3.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	91
3.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	94
3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	94
3.5.5 Накладные расходы.....	95
3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	95
3.6 Определение эффективности исследования.....	96
РАЗДЕЛ 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	
4.1 Описание рабочего места.....	98
4.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	98
4.2.1 Метеоусловия.....	99
4.2.2 Вредные вещества.....	101
4.2.3 Производственный шум.....	101
4.2.4 Освещенность	103
4.2.5 Электромагнитные поля.....	109
4.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	111
4.3.2 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, напряжение прикосновения и тока.....	115
4.3.3 Факторы пожарной и взрывной природы.....	115
4.4 Охрана окружающей среды.....	118
4.4.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	118
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	124
Заключение	125
Список использованных литературы	126

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в машиностроение в значительной степени определяет развитие и совершенствование всех остальных отраслей. Важнейшими условиями ускорения научно-технического процесса являются рост производительности труда, повышение конкурентоспособности и улучшению качества.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом - все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства, конкурентоспособности и качества продукции.

Целью дипломного проекта является: разработка технологического процесса обработки детали “Шпиндель” в условиях мелкосерийного производства.

РАЗДЕЛ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Исходные данные

- 1) Рабочий чертеж детали (представлен на рис. 1.1)
- 2) Ежегодная программа выпуска: 1000 шт.
- 3) Справочно нормативная литература

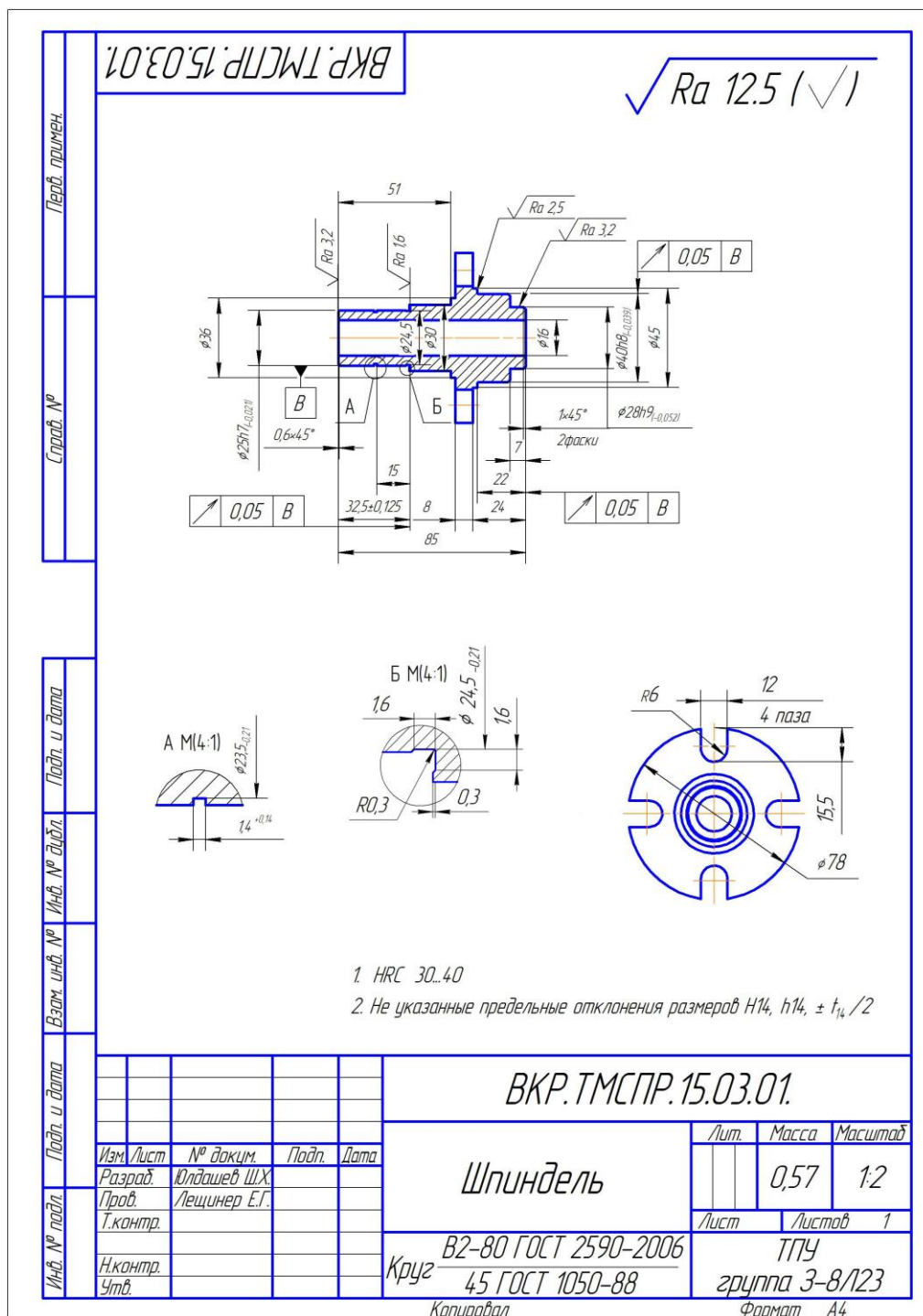


Рисунок 1 - Рабочий чертеж детали.

1.2 Анализ чертежа детали

Деталь - шпиндель (приведен на рис. 1). Деталь имеет форму тела вращения, наружный контур которой состоит из 7 ступеней. Перепад диаметров ступеней детали значительный, что при использовании заготовки из проката приводит к повышенному расходу материала. В центре детали имеется сквозное, гладкое отверстие имеющее точность по 14 квалитету шероховатость $Ra12,5$ мкм, на буртике 4 отрытых паза. Также имеются 2 канавки и 2 фаски.

Материал детали: сталь 45 - это конструкционная сталь с содержанием углерода $C=0,45\%$, что говорит о прочности, пластичности и достаточной вязкости материала. Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций.

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 85 мм, диаметр – 78 мм. Самые точные поверхности:

$\varnothing 25h7_{-0,021}^{mm}$ с шероховатостью $Ra 1,6$.

$\varnothing 40h8_{-0,039}^{mm}$ с шероховатостью $Ra 1,6$.

$\varnothing 28h9_{-0,052}^{mm}$ с шероховатостью $Ra 3,2$.

Погрешности расположения:

Радиальное биение $\varnothing 40_{-0,039}$ относительно $\varnothing 28_{-0,052}$ не более 0,05;

Радиальное биение $\varnothing 40_{-0,039}$ относительно $\varnothing 25_{-0,021}$ не более 0,05;

Торцевое биение относительно $\varnothing 40_{-0,039}$ не более 0,05;

Остальные размеры выполняются по 14 квалитету, неуказанная шероховатость $Rz 40$

Деталь подвергается термообработке - закалка до $30...40 HRC_{\Sigma}$.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость

обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термической обработке.

1.3 Определение типа производства.

Годовая программа изделий $N = 1000$ шт.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования

определяем из рекомендаций по таблице 4 [1, стр.23]: $F_d = 2030$ ч/см.

Тип производства "Шпинделя" определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1, стр.19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\epsilon}}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где t_{ϵ} – такт выпуска детали, мин.;

T_{cp} – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [2, стр.22]:

$$t_{\epsilon} = \frac{F_{\epsilon}}{N_{\epsilon}}, \quad (2)$$

где F_{ϵ} – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_{ϵ} – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [2, стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_{\epsilon} = 2070$ ч.

$$\text{Тогда } t_{\epsilon} = \frac{F_{\epsilon}}{N_{\epsilon}} = \frac{2030 * 60}{1000} = 121,8 \text{ мин.}$$

Данные по существующему (аналогичному) заводскому технологическому процессу или по укрупненному нормированию операций в табл. 1

Таблица №1. Продолжительность операций существующего заводского технологического процесса

№ п/п	Наименование операции	Тшт, мин
1	Токарная	4
2	Фрезерная	5,45
3	Шлифовальная	0,462
4	Сверлильная	3,21

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле :

Число операций $n=4$.

Суммарное штучное время по всем операциям:

$$\sum T_{шт} = 3,28 \text{ мин.} \quad (3)$$

Среднее штучное время определим по формуле:

$$T_{шт. ср} = \sum T_{шт} / n = 13,12 / 4 = 3,28 \text{ мин} \quad (4)$$

Коэффициент серийности определим по формуле:

$$k_c = t_v / T_{шт. ср} = 121,8 / 3,28 = 37,1 \quad (5)$$

Т.к. $37,1 \leq k_c \leq 40$, то тип производства – мелкосерийное производство.

1.4 Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой *технологичность конструкции изделия*.

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

- форма детали является правильной геометрической, деталь является телом вращения, деталь симметричная;
- имеются канавки для выхода шлифовального круга;
- значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей;
- имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки;
- прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной.

1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они

изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.[9,с.195]

Существуют три пути получения заготовки:

1. Грубая заготовка – конфигурация заготовки не повторяет конфигурацию детали, и только два, три размера заготовки близки к размерам детали. Сюда относятся заготовки – прокат различного профиля, штамповка свободной ковкой. Грубая заготовка характерна для малой программы выпуска, это единичное и мелкосерийное производство. Достоинством грубой заготовки является ее доступность и низкая стоимость, недостатком - большой расход материала и большой процент механической обработки.

2. Точная заготовка – повторяет почти полностью конфигурацию детали, и механически обрабатываются только самые точные размеры или те, которые нельзя получить в заготовке (мелкие отверстия, резьбы, пазы и т.д.). Методы получения точных заготовок – точное литье, листовая и профильная штамповка, объемная штамповка, профильный прокат, прессование. Достоинства данной заготовки: - небольшой расход материала, небольшой процент механической обработки, высокое качество и точность поверхностного слоя. Недостатком является необходимость использования дорогостоящего и высокопроизводительного оборудования для производства заготовок. Точная заготовка характерна для большой программы выпуска, применяемой в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ точной заготовки на специализированном заводе. Достоинства данного метода – заготовка точная, стоимость заготовки дешевле, чем при освоении производства заготовок самостоятельно.

Выбор ресурсосберегающего технологического процесса требует оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических и других ресурсов при соблюдении всех требований, указанных в технической документации.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали Сталь 45 - обладает достаточной пластичностью), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат.

Заготовка получается при помощи одной заготовительной операции - отрезки проката.

1.6 Структура технологического процесса

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки. [8, с.323]

Структура технологического процесса – это последовательность и количество операций, установов и переходов.

Факторы, влияющие на структуру технологического процесса :

- вид обработки (конфигурация детали);
- выбор и подготовка технологических баз;
- точность детали (точность размеров, точность формы, точность расположения поверхностей).
- шероховатость;
- программа выпуска;
- термообработка;
- покрытие;
- вид контроля.

Ряд операций обработки (или технологических переходов), необходимых для получения каждой поверхности, расположены в порядке повышения точности.

Приведем пример обработки поверхности вращения - диаметр

$\phi 25h7_{(-0,021)}$. Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме (см таблицу 2

Таблица 2

<i>Тех. процесс 1-го приближения</i>	<i>Тех. процесс 2-го приближения</i>	<i>Тех. процесс 3-го приближения</i>
<i>Черновая обработка</i>	<i>Чистовая обработка</i>	<i>Отделочная обработка</i>
$IT_{черн.}=0,52$	$IT_{чист.}=0,13$	$IT_{отдел.}=0,021$
	$\xi = IT_{черн.}/IT_{чист.}$ $= 0,52/0,13 = 4$	$\xi = IT_{чист.}/IT_{отдел.}$ $= 0,13/0,021 \approx 6,2$
$\xi_{\Sigma} = IT_{черн.}/IT_{дет.} =$ $= 0,52/0,021 \approx 24,8$	$\xi = \xi_{черн.} * \xi_{чист} * \xi_{отдел.} = 4 * 6,2 \approx 24,8$	

Где ξ – уточнение, т.е. для получения поверхности $\phi 25h7_{(-0,021)}$ ее необходимо обработать несколько раз. Число этапов обработки (предварительной, промежуточных, окончательной) зависит не только от точности размеров, но и от уровня относительной геометрической точности формы и расположения поверхностей.

Точность различных параметров получается различными методами на станках.

Точность размеров получается по методу неполной взаимозаменяемости (метод регулирования или метод компенсации (пробных стружек)).

Точность формы и расположения, получается по методу полной взаимозаменяемости и зависит только от точности оборудования.

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, т.е. допуски цилиндричности, круглости, плоскостности заданы и, следовательно, в нашем случае точность детали (точность размеров) получается по методу неполной взаимозаменяемости и полной взаимомоменности.

Для получения необходимой шероховатости, качество поверхностного слоя, полученное на смежном предшествующем этапе обработки, должно находиться в пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки. Таким образом, очевидно, что шероховатость зависит от способа обработки, и для получения минимальной шероховатости, заданной конструктором на чертеже Ra 1,6 (под посадку в гильзу) – применяем шлифование.

В зависимости от программы выпуска, технологические процессы могут быть: интегрированные и дифференцированные.

1. Интегрированный технологический процесс – содержит небольшое количество операций, но они сложные, такие технологические процессы характерны для единичного и мелкосерийного производства, для станковного поколения – обрабатывающие центры, станки с программным управлением и т.д.

2. Дифференцированный технологический процесс – содержит большое количество операций, многие из них простые, такие технологические процессы характерны для массового и крупносерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс является интегрированным, исходя из программы выпуска - *1000шт./год*.

На число этапов обработки может влиять и необходимость выполнения термической обработки, которая может вытекать не только из требований чертежа, но и из условий улучшения обрабатываемого материала.

Термическая обработка вызывает деформации заготовки в целом и коробление отдельных её поверхностей, поэтому для уменьшения их влияния на точность предусматривают дополнительные механические операции. Термообработка занимает место в технологическом процессе в зависимости от вида, например:

- закалка, а затем отпуск - перед абразивной обработкой;

- старение – после черновой обработки.

В нашем технологическом процессе термообработка предусмотрена - закалка до 30...40 HRC₃.

Контроль может быть по ходу технологического процесса или только в конце обработки. Выбираем контроль в конце технологического процесса и, соответственно, вводим контрольную операцию.

Перед обработкой заготовки на станках необходимо выполнить процедуру ее базирования и закрепления – установку заготовки.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Технологическая база – поверхность, от которой определяется положение заготовки или изделия в процессе обработки или ремонта.[9,с.53]

От правильного решения вопроса о технологических базах в значительной степени зависят точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей; точность размеров, которые должны быть получены; степень сложности и конструкция приспособлений; производительность обработки.[9,с.196]

Выбор схем установки неразрывно связан с маршрутом изготовления. При этом необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- 1)возможность подвода режущего инструмента к поверхностям, подлежащим обработке, и желательно ко всем таким поверхностям;
 - 2)удобство установки и снятия заготовки;
 - 3)надежность и удобство ее закрепления в выбранных местах приложения сил закрепления;
 - 4)исключение деформации изгиба заготовки от выбранной схемы её закрепления.
- Технологические базы у простых и сложных деталей разные.

Искомую деталь будем обрабатывать так:

На первой операции в качестве технологической базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность вращения с наибольшими габаритами $\phi 82 \pm 0,31$ – [размер прутка, согласно сортаменту] и необработанный торец прутка – это черновые базы, и обтачиваем поверхность $\phi 45 \pm 0,31$, которая в дальнейшем будет технологической базой, от черновой базы.

Остальные поверхности обрабатываем с установкой на различные последовательно сменяемые чистые базы. Маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

В конце маршрута выполняются и второстепенные операции (сверление малых отверстий, нарезание крепежной резьбы, снятие фасок, заусениц и т.д.).

На сверлильной операции базирование ведем по схеме: короткий цилиндр и плоскость .

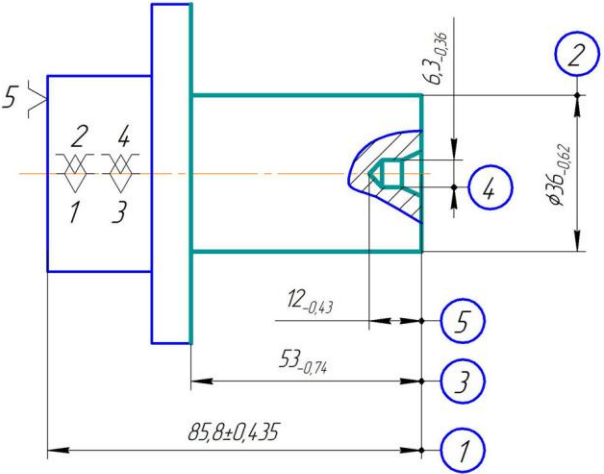
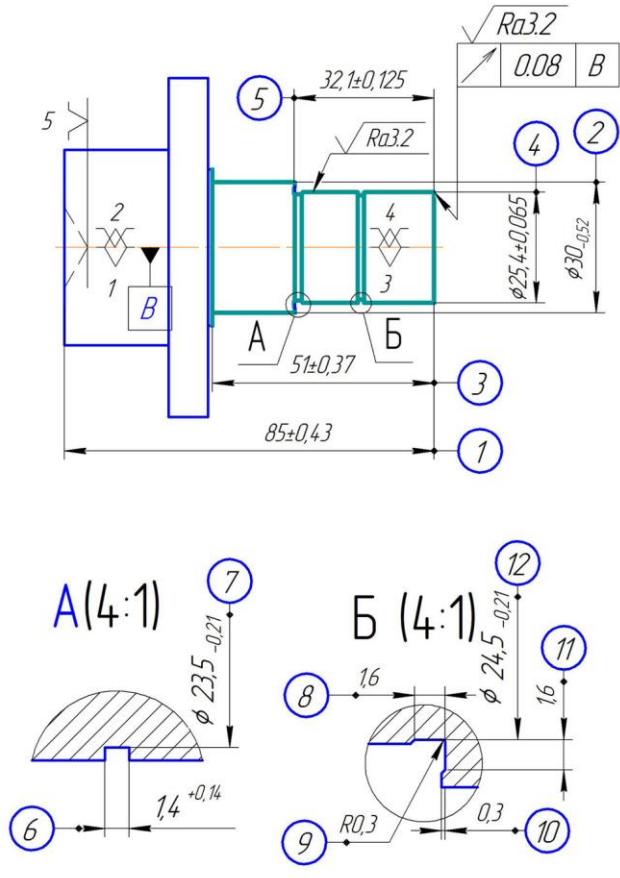
Для получения данной детали используется следующий маршрутный технологический процесс:

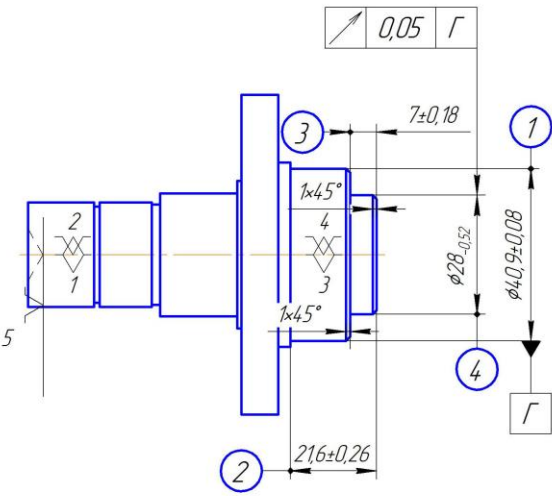
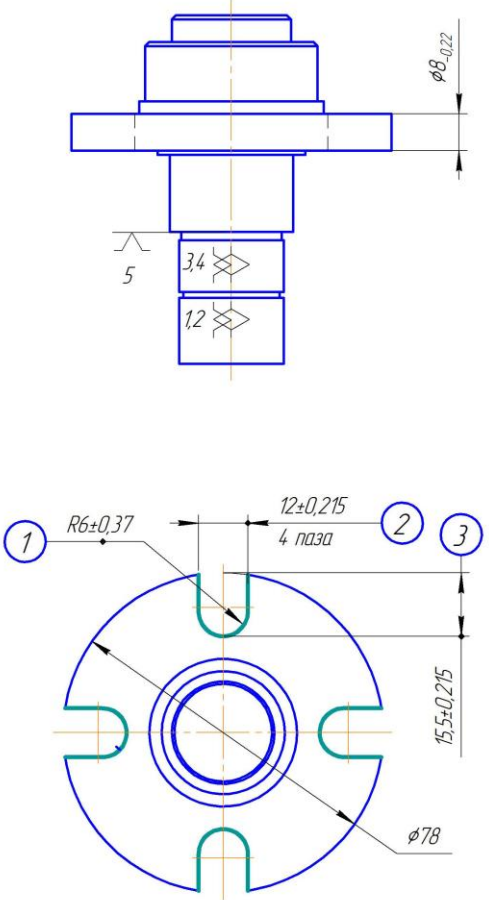
- 005 Заготовительная
- 010 Токарно-черновая
- 015 Токарно-чистовая
- 020 Фрезерная
- 025 Термическая
- 030 Круглошлифовальная
- 035 Круглошлифовальная
- 040 Сверлильная

1.6.1 Принятый технологический процесс

таблица 3

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ		
1	2	3	4
005	A	Заготовительная Установить заготовку в призму	$\sqrt{Ra20}$
	1	Отрезать заготовку, выдерживая размер (1)	
010	A	Токарная Установить деталь в трехкулачковом патроне, закрепить ключом.	$\sqrt{Ra12,5}$
	1	Подрезать торец прутка, с припуском не более 1,5мм.	
	2	Точить цилиндр, выдерживая размеры (1) (2)	
	3	Центровать отверстие, выдерживая размеры (3) (4)	
	4	Точить цилиндр, выдерживая размеры (5) (6)	

	<p>Б Переустановить деталь в трехлапчатом патроне, крепить ключом.</p> <p>5 Подрезать торец, выдерживая размер (1)</p> <p>6 Точить цилиндр, выдерживая размеры (2) (3)</p> <p>7 Центровать отверстие, выдерживая размеры (4) (5)</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra12,5}$</p> 
015	<p style="text-align: center;">Токарная</p> <p>А Установить деталь в центрах с надеванием хомутика</p> <p>5 Подрезать торец, выдерживая размер (1)</p> <p>6 Точить цилиндр, выдерживая размеры (2) (3)</p> <p>7 Точить цилиндр, предварительно выдерживая размеры $\phi 26,3 \pm 0,26$ $l = 31 \pm 0,31$</p> <p>8 Точить цилиндр, окончательно выдерживая размеры (4) (5)</p> <p>9 Точить канавку выдерживая размеры (6) (7)</p> <p>10 Точить канавку выдерживая размеры (8) (9) (10) (11) (12)</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra12,5 (\sqrt{1})}$</p> 

015	<p>Б</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p>	<p>Переустановить деталь в центрах с надеванием хомутика</p> <p>Точить цилиндр, предварительно выдерживая размеры $\phi 41,9 \pm 0,26$ $l = 20,5 \pm 0,26$;</p> <p>Точить цилиндр, предварительно выдерживая размеры $\phi 28,7 \pm 0,065$ $l = 6,5 \pm 0,18$</p> <p>Точить цилиндр, окончательно выдерживая размеры (1) (2)</p> <p>Точить цилиндр, окончательно выдерживая размеры (3) (4)</p> <p>Точить фаску, выдерживая размер $1 \pm 0,125 \times 45^\circ$</p> <p>Точить фаску, выдерживая размер $1 \pm 0,125 \times 45^\circ$</p>	<p>$\sqrt{Ra12,5}$ (∇)</p> 
020	<p>А</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p>Фрезерная</p> <p>Установить деталь в патроне делительной головки</p> <p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры (1) (2) (3)</p> <p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры (1) (2) (3)</p> <p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры (1) (2) (3)</p> <p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры (1) (2) (3)</p>	<p>$\sqrt{Ra12,5}$</p> 

025	1 2	Термическая Закалить Отпустить до твердости HRC 48...52	
030	A 1	Круглошлифовальная Установить деталь в центрах с надеванием хомутика Шлифовать цилиндр, выдерживая размеры ① ②	$\sqrt{Ra\ 2,5\ (\checkmark)}$
035	B 2	Переустановить деталь в центрах с надеванием хомутика Шлифовать цилиндр, выдерживая размер ① ②	$\sqrt{Ra\ 2,5\ (\checkmark)}$
040	A 1	Сверлильная Установить деталь в самоцентрирующем патроне, крепить кулачками Сверлить отверстие, выдерживая размеры ① ②	$\sqrt{Ra\ 12,5}$

1.6.2 Выбор оборудования и технологической оснастки.

При выборе станков учитывают следующие факторы:

1. Вид обработки.
2. Точность.
3. Программа выпуска.
4. Габариты обрабатываемой детали и станка.
5. Возможность полного использования станка, как по времени, так и по мощности.
6. Реальная возможность приобретения станка.
7. Необходимость использования имеющихся станков.

Для данного технологического процесса выбираем станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей.

Одновременно с выбором станка надо установить вид станочного приспособления, необходимого для выполнения на данном станке намеченной операции.

Приспособление – устройство, которое служит для базирования и закрепления детали на станке.

Выбор приспособлений обусловлен следующими факторами:

1. Вид обработки.
2. Программа выпуска.
3. Возможность приобретения или изготовления.

В зависимости от программы выпуска и типа производства приспособления классифицируются на:

а) универсальные – применяются в мелкосерийном и индивидуальном производстве, часто являются принадлежностью станка, например тиски, патроны, люнет и т.д.;

б) универсально – сборочные – применяются в мелко- и среднесерийном производстве, приспособления собираются из набора нормализованных деталей и узлов, допускающих многократную перекомпоновку собираемых конструкций;

в) специальные – для их использования наиболее благоприятно массовое производство, предназначены для выполнения определенных технологических операций и представляют собой приспособления одноцелевого использования.

[4, с.6]

Приспособления должны быть удобными для работы и быстродействующими, достаточно жесткими для обеспечения заданной точности, рациональными с точки зрения техники безопасности, удобными для установки на станок, простыми и дешевыми в изготовлении, доступными для ремонта и смены изношенных деталей.[4,с.7] ;

Для нашего технологического процесса выбираем универсальные приспособления, руководствуясь программой выпуска, кроме операции 020 (фрезерная), для которых спроектируем специальные приспособления – оправка цанговая специализированный. Проектируемые приспособления должны обеспечить: точную установку и надежное закрепление крышки, а также постоянное во времени положение заготовки относительно режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров и их положений относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки;

При выборе станка и приспособления для каждой операции необходимо определить и режущий инструмент. Резание металла производится за счет относительного движения инструмента и детали, которое осуществляется на станках. Многообразие видов обработки (точение, растачивание, сверление, фрезерование, протягивание, шлифование и т.д.) породило еще большее разнообразие режущих инструментов. Кроме того различают нормализованный инструмент и специальный. Предпочтение отдается нормализованному инструменту, который изготавливается в соответствии с ГОСТами или нормами на специализированных заводах.

Специальный инструмент проектируется и изготавливается для обработки определенных поверхности, которые невозможно или невыгодно обработать нормализованным инструментом, на заводе – изготовителе или по заказу.

При выборе режущего инструмента необходимо учитывать:

1. Материал обрабатываемой детали и его физическое состояние,
2. Материал режущей части инструмента,
3. Оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента.
4. Оптимальное использование режимов резания.
5. Возможность приобретения инструмента

Материал обрабатываемой детали может быть легкообрабатываемым, вязким, твердым, со сливной стружкой или вообще не обрабатываемым .

Материал режущей части инструмента должен обладать следующими свойствами:

- высокая твердость,
- износостойкость,
- красностойкость, (работоспособность при высоких температурах)
- прочность.
- обрабатываемость.

Группы инструментальных материалов.

Углеродистые стали, стали с большим содержанием углерода (У7А – У13А)

Содержание углерода от 0.7 до 1.3% , высокая поверхностная твердость при мягкой сердцевине, работа при температуре 150 –200⁰С, допустимые скорости резания $15-20 \frac{м}{мин}$, красностойкость 200-250⁰С. Применяются для слесарных инструментов

(топоры, стамески, напильники, метчики, развертки, ножовки, хирургические инструменты т.д.).

Легированные стали, содержащие легирующие элементы: хром, вольфрам, молибден, ванадий др. (низколегированные не выше 3% легирующих элементов, среднелегированные стали от 3 до 5.5 % легирующих элементов,

высоколегированные свыше 5,5% легирующих элементов) 9ХС, Х6ВФ, 9ХВГ, Х12, Х12Ф1, 9ХС, ХГС, ХВГ, Х12ТФ, скорость резания $V = 25 - 30 \frac{м}{мин}$

Состав химический для группы небольшой прокаливаемости:

Хром (0,2 – 0,7%)

Ванадий (0,15 – 0,3%)

Вольфрам (до 4%)

Состав химический для группы повышенной прокаливаемости:

Хром (0,8 – 1,7%) , марганец, кремний, вольфрам.

3 .*Быстрорежущие стали* - работа при температуре 600 – 650⁰С, твердость HRC 68-70, скорость резания в 2-4 раза больше чем у инструментов 1,2 групп, скорость резания $V = 30 - 60 \frac{м}{мин}$.

Стали нормальной теплостойкости, ванадия не более 2% : Р9, Р18, Р6М5.

Р – быстрорежущая сталь, 6% вольфрама, 5% молибдена.

Стали повышенной теплостойкости, более высокое содержание ванадия и кобальт

Р18Ф3, Р6М5Ф3, Р18К5Ф2, Р9К5, Р6М5К5, Р9М4К8 и др.

Безвольфрамовые стали 11М5ФЮС с 1% алюминия.

4. *Твердые сплавы* – спеченные гетерогенные материалы из зерен тугоплавких

соединений (карбидов, нитридов или боридов) и связки пластичного металла.

Работа при температуре 900 – 1000⁰С , твердость HRC80–92., $V = 100 - 300 \frac{м}{мин}$,

Вольфрамовые ВК3, ВК4, ВК6, ВК8, ВК10, ВК15.

Титановые Т5К10, Т5К12, Т14К8, Т15К6, Т14К8, Т30К4.

Титанотанталовые ТТ17К12, ТТ8К6, ТТ8К6, ТТ10К8, ТТ20К6.

Химический состав:

T15K6 (15% - карбида титана, 6% - кобальта , остальное 79% - карбид вольфрама)

BK8 (8% - кобальта , 92% - карбид вольфрама)

TT7K12 (7% - карбид титана и карбида тантала, 12% - кобальта, остальное карбид вольфрама 71%)

В 1923г в Германии был получен твердый сплав, в России в1929г.

5. *Сверхтвердые материалы:* алмазы натуральные и искусственные, нитрид бора, оксид алюминия Al_2O_3 , цирконид ZrO_3 , нитрид кремния ТСС.

Вспомогательный инструмент это устройства, на которые базируется и крепится режущий инструмент, он должен быть надежным , точным, быстросменным и безопасным.

В некоторых случаях необходимо использование вспомогательного инструмента. Вспомогательный инструмент – устройство, в которое устанавливается и закрепляется режущий инструмент.

Качества, которыми должен обладать вспомогательный инструмент, следующие:

- а) быстродействие;
- б) совершенство конструкции;
- в) прочность;
- г) безопасность.

Выбор вспомогательного инструмента обусловлен конструкцией станка и инструментом.

Также необходимо назначить измерительный инструмент, необходимый для определения размеров и других параметров точности.

На выбор измерительного инструмента влияют:

- 1.Измеряемый параметр.
- 2.Точность измеряемого параметра.
- 3.Метод измерения:
 - а) абсолютный – ШЦ, микрометр;
 - б) относительный – скоба, нутромер;

в) пассивный контроль или активный контроль;

4.Наличие или возможность приобретения.

Учитывая все вышеизложенные факторы, произведем выбор оборудования и технологической оснастки.

Итоги работы по данному этапу занесем в таблицу 4

Таблица 4

№ опер.	Наименование оборудования	Приспособление	Режущий инструмент	Марка режущего инструмента	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6
005	Отрезной круглопильный станок 8Г662	Призмы	Фреза 2253-0042 ГОСТ 2679-73;	T15K6	ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166-80;
010	Токарно-винторезная 16K625	Патрон трехкулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80; Инструмент БЛОК ВД63309-701; Патрон сверлильный 20-B22 ГОСТ8522-79; Оправка 6039-0018 ГОСТ 2682-86; Патрон трехкулачковый 7100-0005 ГОСТ 2675-80; Кулачки;	Резец подрезной 2100-2069 ГОСТ 26611-85;	T15K6	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; ПРОБКА 8133-0914-H14 ГОСТ 14810-69;
			Резец проходной 2100-1565 ГОСТ 26611-85;	T15K6	
			Сверло Ø 6,3 2317-0109 ГОСТ 14952-75;	P6M5	
015	Токарно-винторезная 16K20П	Центры упорные 7032-0035 ГОСТ 13214-79; Хомутик поводковый 7107-0037 ГОСТ 2578-70*;	Резец подрезной 2101-0643 ГОСТ 20872-80;	Пластина 08116-190610 ГОСТ 19062-80-T15K6;	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенглубиномер инд. ГИ-100 ГОСТ 16209-70; Концевые меры длины 3,4-класса ГОСТ 9038-83; Штангенглубиномер ШГ-160-0.
			Резец проходной 2100-1565 ГОСТ 26611-85;	Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-	

				T15K6;	ГОСТ 162-80; Скоба СР 100 ГОСТ11098-75
			Резец канавочный 2126-6205-02;	BK8R;	
020	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A	Специальное приспособление Втулка переходная 6156-6019 -01 ГОСТ14953-80;	Фреза 2200-1141 ГОСТ 166-80;	BK8	Радиусный шаблон РШ-1 ГОСТ 4126-82; Ш.циркул ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-80; Ш.циркул ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69;
025	Термическая Печь Электро-Камерная СНЗ 6,12,4,/10	Бак закалочный			
030	Круглошлифовальная 3132	Центры упорные 7032-0035 ГОСТ 13214-79; хомутки поводковый 7107-0037 ГОСТ 2578-70* Карандаш алмазный 3908-0059-2 ГОСТ 607-80	Круг шлифовальный 600*50*305 32А 100-П СТ2 7 К 35 м/с А 2кл. ГОСТ 2424-83	600*50*305 32А 100-П СТ2 7 К 35 м/с А 2кл. ГОСТ 2424-83	Ш.Рейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-80; Скоба 8113-0117-Н7 ГОСТ 18362-73
035	Круглошлифовальная 3132	Центры упорные 7032-0035 ГОСТ 13214-79; хомутки поводковый 7107-0037 ГОСТ 2578-70* Карандаш алмазный 3908-0059-2 ГОСТ 607-80	Круг шлифовальный 600*50*305 32А 100-П СТ2 7 К 35 м/с А 2кл. ГОСТ 2424-83	600*50*305 32А 100-П СТ2 7 К 35 м/с А 2кл. ГОСТ 2424-83	Ш.циркул ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-80; Скоба 8113-0132-Н8 ГОСТ 18362-73;

040	Вертикально-сверлильный 2Н118	Патрон сверлильный 6-В12 ГОСТ 8522-79; Оправка 6039-0006 ГОСТ 2682-86;	Сверло 16 DC1600L160С;		Пробка 8133-0930-Н14 ГОСТ 14810-69
-----	-------------------------------	---	------------------------	--	------------------------------------

Выбранный вспомогательный, измерительный инструмент, приспособления для установки и закрепления заготовки на станке для фрезерования представлены в технологических картах.

1.7 Размерный анализ технологического процесса: расчёт допусков , припусков, промежуточных и исходных операций

Применение теории графов в размерных расчетах

Применение теории графов к исследованию геометрических структур, в частности, для размерных расчетов в технологии машиностроения было предложено доц. Мордвиновым Б.С. Конструирование изделий и проектирование технологических процессов их сборки и механической обработки, выявление геометрических связей, расчет и "увязка" размеров, допусков, припусков и технических условий является сложной и трудоемкой работой, связанной со сложными логическими построениями. Применение при проектировании методов теории графов дает широкие возможности для формализации расчетов и позволяет свести сложные логические построения к простым логико-математическим приемам.

Граф является абстрактным математическим понятием, он обладает определенными свойствами, изучение которых является предметом теории графов. Теория графов может применяться для математического описания множеств, встречающихся в природе:

1. множество перекрестков в плане города,
2. множество команд в футбольном состязании,

3. множество поверхностей, возникающих при сборке и при обработке детали, и т.д.

Граф — конфигурация , состоящая из множества точек и линий , соединяющих эти точки определенным образом. Несущественно являются ли эти линии прямыми или кривыми , длинными или короткими . Существенно только то , что каждая линия соединяет две данные точки.

Особым видом графов являются так называемые "деревья".

Деревом - называется связный граф, не имеющий циклов. Построение дерева воспроизводит процесс роста дерева. Многие нециклические процессы природы могут быть описаны деревьями. К нециклическим процессам относятся все необратимые процессы, в которых возникновение каждого элемента множества не может быть осуществлено дважды, т.е. к одному и тому же элементу нельзя подойти разными путями, если бы был такой путь, то был бы и цикл и тогда процесс был бы циклическим. Технологические процессы изготовления деталей и сборки изделия являются не циклическими и могут быть изображены граф-деревом.

Последовательность построения графа технологических связей ТП

1.Определение структуры технологического процесса (количество и последовательность операции, установов и переходов).

2. Определение технологических баз и технологических размеров.

3. Построение комплексной схемы обработки детали, которая включает все поверхности, возникающие в процессе обработки (поверхности заготовки , припуски и поверхности готовой детали).

4. Нумерация поверхностей на комплексной схеме по порядку номеров слева направо.

5. Построение граф-дерева технологических связей по ходу технологического процесса, начиная с размеров заготовки или базирующей поверхности на первой операции. Вершинами граф-дерева будут поверхности обрабатываемой детали, а ребрами - технологические размеры. Полученное граф-

дерево не должно иметь циклов и разрывов (своеобразная проверка правильности простановки технологических размеров количественная)

6. Нанесение на граф-дерево конструкторских размеров и припусков другим видом линий (прерывистая, волнистая или другим цветом). Полученный граф является совокупностью технологических размерных цепей, в которых конструкторские размеры будут исходными звеньями, а припуски замыкающими.

7. Расчет технологических размерных цепей может быть автоматизирован. Рассчитываются технологические размеры по известным конструкторским размерам и предварительно рассчитанным припускам. Расчет удобнее проводить по средним размерам и проставлять их на технологических эскизах, предварительно округлив. Знаки звеньев в размерных цепях назначаются по правилу : если обход звена производится от меньшего номера к большему (положительное направление оси X) , то знак + , например $+A_{1.2}$, а если обход звена производится от меньшего номера к большему (отрицательное направление оси X) ,то знак - , например $-A_{2.1}$.

Если анализируется получение размеров в радиальном направлении или диаметров, то взаимосвязь между операциями производится по осям базирующих поверхностей и строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность.

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проверяется будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.

Руководствуясь изложенной выше последовательностью, для размерного анализа составим комплексную схему обработки детали (см. рис.2, рис.3.).

- На комплексной схеме выявляются размерные цепи, в которые входят конструкторские размеры и технологические, при выполнении которых должны выдерживаться конструкторские размеры.

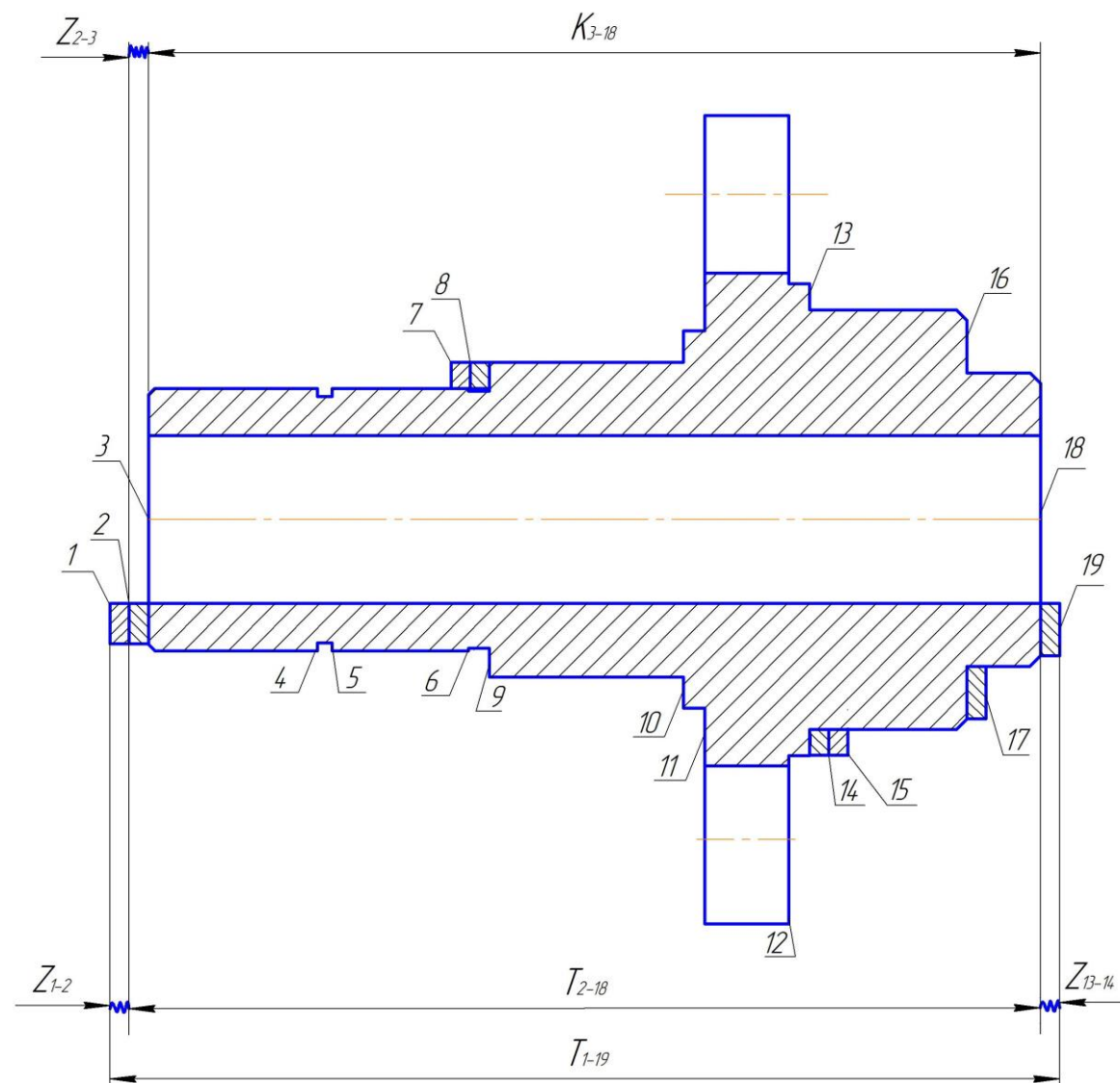


Рис.2 Комплексная схема в осевом направлении.

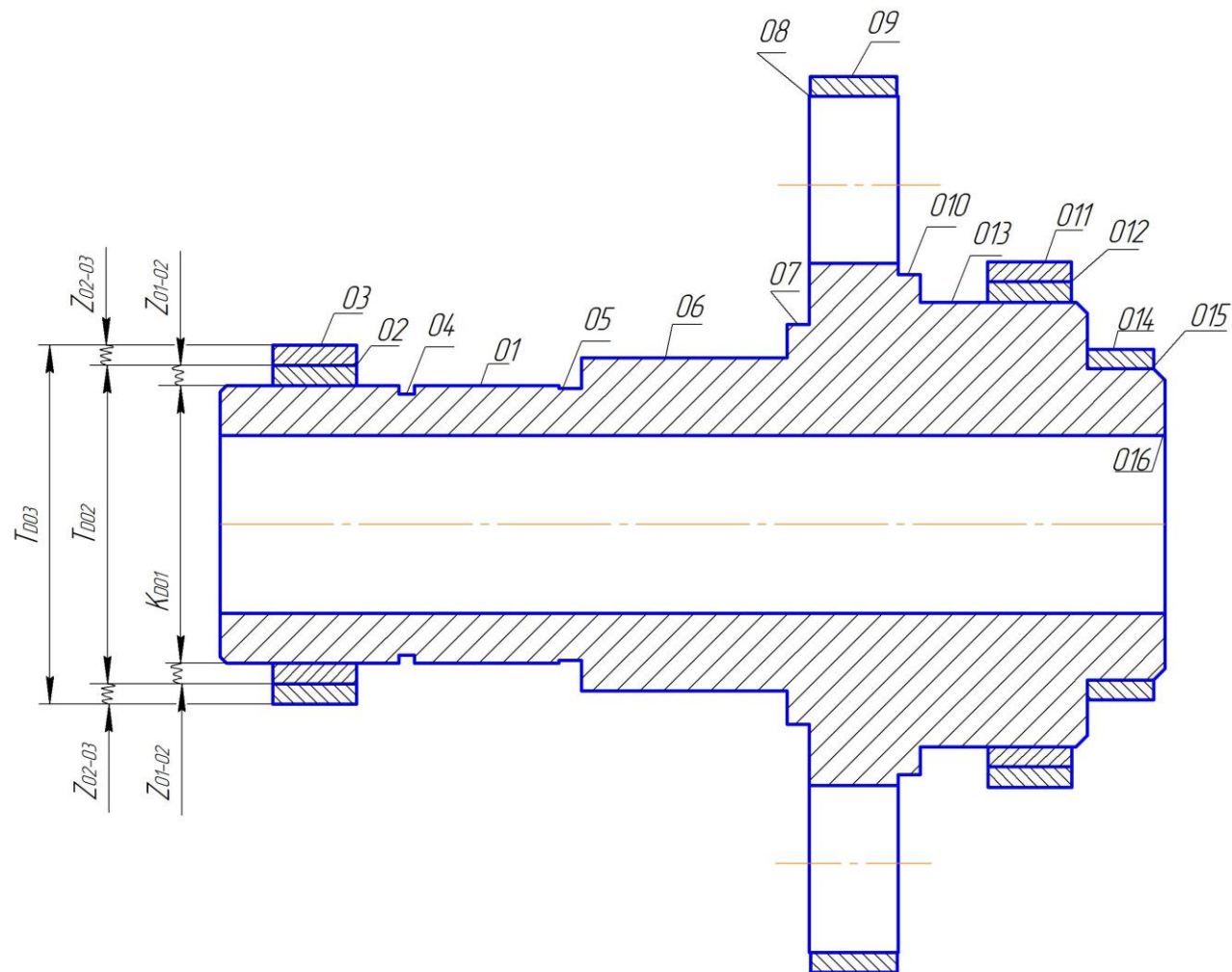


Рис.3 Комплексная схема в радиальном направлении.

Для наглядного изображения размерных цепей, построим граф в осевом направлении (рис.4.) и нанесем на него конструкторские размеры и припуски, построение ведем употребляя изложенную выше последовательность.



- 37 -

Расчет припусков и технологических размеров.

Припуск – слой металла, который необходимо удалить, чтобы получить большую точность и более качественную поверхность.

Припуск определяется тремя методами:

1. Опытный - статистический основан на использовании уже известных данных.
2. Расчетно-аналитический основан на анализе различных условий обработки.
3. Вероятностно - статистический является дальнейшим развитием расчетно-аналитического, но в основу исследования расчета припусков и размеров заготовок положен вероятностный подход.

В данной работе будем придерживаться расчетно-аналитического метода.

Определяем припуск по следующим формулам:

$$Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}, \text{ мм} \quad (6)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z, \text{ мм} \quad (7)$$

$$JT_Z = \sum_{i=1}^n |JT_i|, \quad (8)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (9)$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм} \quad (10)$$

Где $R_{Z_{i-1}}$ - высота неровностей профиля (по десяти точкам) предшествующей обработки;

T_{i-1} - дефектный слой предшествующей обработки;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности);

ξ_i - погрешность установки на данной операции;

Z_{\max}, Z_{\min}, Z_c - припуск максимальный, минимальный, средний;

IT_z - допуск припуска;

Δ_z - среднее отклонение поля допуска припуска.

Приведем пример расчета припуска, например, после подрезки торца черновой (Z_{2-3})

$$Z_{\min_{2-3}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 100 + 100 + \sqrt{100^2 + 50^2} = 310 \text{ мкм},$$

$$IT_z = \sum_{i=1}^n |IT_i| = IT_{3-18} + IT_{2-18} = 0,54 + 0,87 = 1,61$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + IT_z = 0,31 + 1,61 = 1,92 \text{ мм},$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} = \frac{1,92 + 0,31}{2} = 1,11,$$

$$\Delta_z = \frac{IT_z}{2} = \frac{1,61}{2} = 0,805 \text{ мм}.$$

При расчете припусков данные R_z, T, ρ, ξ , данные берем из справочной литературы [6], а допуск на припуск IT_z - из графа (приведен ниже). Остальные припуски рассчитываем по аналогии, результаты представим в виде таблицы 5

Таблица 5

Индекс	Состояние поверхности	R_z мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	Z_{\min} мм	IT_z мм	Z_{\max} , мм	Z_c , мм	Δ_z мм
Z_{1-2}	После отрезки	150	150	200	300	0,66	2,52	3,18	1,92	+1,26
Z_{2-3}	После черновой подрезки торца	100	100	100	50	0,31	1,61	1,92	1,11	+0,805
Z_{7-8}	После чернового точения	100	100	100	50	0,31	1,24	1,55	0,93	+0,62

Z_{8-9}	После получистового точения	50	60	50	50	0,18	0,5	0,68	0,43	+0,25
Z_{13-14}	После получистового точения	50	60	50	50	0,18	1,04	1,22	0,7	+0,52
Z_{14-15}	После черновой подрезки торца	100	100	100	300	0,516	1,04	1,556	1,036	+0,52
Z_{16-17}	После чернового точения	100	100	100	50	0,31	0,72	1,03	0,67	+0,36
Z_{18-19}	После отрезки	100	150	200	300	0,71	0,25	0,96	0,835	+0,125

Для расчета размерных цепей нам также необходимы средние значения конструкторских размеров. Расчет конструкторских размеров также сведем в таблицу 6

таблица 6

Индекс	Предельный размер, мм	Допуск, мм	Среднее отклонение, мм	Средний размер, мм
K_{3-18}	85 -0,87	0,87	-0,435	84,565
K_{12-18}	24+0,52	0,52	+0,26	24,26
K_{13-18}	22+0,52	0,52	+0,26	22,26
K_{11-12}	8-0,360	0,360	-0,18	7,82
K_{3-10}	51+0,740	0,740	+0,370	51,37
K_{5-9}	15±0,215	0,430	0	15,215
K_{3-9}	32,5±0,125	0,25	0	32,5
K_{16-18}	7+0,360	0,360	+0,180	7,18
K_{4-5}	1,4+0,14	0,14	+0,07	1,47
K_{6-9}	2+0,25	0,25	+0,125	2,125

Рассчитаем технологические размеры с помощью размерных цепей выявленных на графе.

Задачи, решаемые с помощью размерных цепей:

Установление геометрических и кинематических связей между размерами деталей, расчет номинальных значений, отклонений и допусков размеров звеньев.

Анализ правильности простановки размеров и отклонений на рабочих чертежах деталей.

Расчет межоперационных размеров, припусков и допусков, пересчет конструктивных размеров на технологические.

Обоснование последовательности технологических операций при изготовлении и сборке изделий.

Выбор измерительных и технологических баз деталей.

Основное уравнение размерной цепи.

Для проведения размерного анализа кроме размерной схемы составляется основное уравнение размерной цепи (вытекающее из условия замкнутости):

$$\xi A_{\Delta_{\text{ср}}} + \sum^n \xi A_{i_{\text{ср}}} = 0$$

Основное уравнение расписывается на два уравнения:

уравнение номиналов: $\xi A_{\Delta_{\text{н}}} + \sum^n \xi A_{i_{\text{н}}} = 0$

уравнение средних отклонений: $\xi \Delta_{\Delta} + \sum^n \xi \Delta_i = 0$

Уравнение допусков: $IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$

Анализируя уравнения, можно заметить, что повышение точности замыкающего звена размерной цепи может быть достигнуто двумя путями:

Уменьшение допусков каждого из составляющих звеньев;

Сокращение числа звеньев в размерной цепи.

Размерные цепи используются для решения прямой и обратной задач, отличающихся последовательностью расчетов.

Прямая задача – когда по известному исходному звену определяются составляющие звенья.

Обратная задача – когда по известным составляющим звеньям определяется замыкающее звено.

Расчеты размерных цепей могут производиться двумя методами:

Метод «максимум - минимум», при котором рассчитывается допуск замыкающего звена по следующей формуле:

$$IT_{\Delta} = \sum |IT_i| \quad (11)$$

Вероятностным методом, при котором учитываются законы рассеяния размеров деталей и случайный характер их сочетания в сборке.

$$IT_{\Delta} = \sqrt{\sum k_i^2 IT_i^2}, \quad (12)$$

K- коэффициент, учитывающий способ распределения погрешности; K=1.2, если способ распределения не известен, K=1.7 для несоосностей.

Решение размерной цепи заключается в достижении заданной точности ее замыкающего звена и обеспечения равенства двух частей уравнения размерной цепи. Это может быть осуществлено следующими методами:

Полной взаимозаменяемости.

Неполной взаимозаменяемости:

Группового подбора (селективная сборка);

Пригонки;

Регулирования.

При выборе метода достижения заданной точности замыкающего звена необходимо учитывать, что точность должна достигаться с наименьшими технологическими и эксплуатационными затратами.

Составляющими звеньями в технологических размерных цепях обычно являются технологические размеры. Технологические размеры могут совпадать с конструкторскими размерами. В таком случае говорят, что конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.

При несовпадении технологического размера с конструкторским необходимо выявить размерную цепь, в которую входит рассматриваемый

конструкторский размер и технологические размеры, необходимые для его выполнения. В этом случае замыкающими звеньями в технологических размерных цепях являются конструкторские размеры, и припуски на обработку. Так как для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие размеры являются исходными, т.е. исходя из них требуется рассчитать номинальные размеры и отклонения технологических размеров. Мы последовательно рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена.

Прежде чем окончательно рассчитывать технологические размеры (определяются номинальный размер и отклонения) необходимо проверить возможность решения цепи при предварительно принятых технологических размерах: сумма допусков всех составляющих звеньев ($\sum IT_i$) должна быть меньше или равна допуску исходного (замыкающего) звена (IT_Δ):

$$\sum IT_i \leq IT_\Delta . \quad (13)$$

Удобно допуски на размеры проставлять на соответствующих ребрах составленного графа, что позволяет быстро и безошибочно выявить необходимую размерную цепь и проконтролировать увязку допусков.

Если условие (5) не выполняется, то необходимо уменьшить величины допусков всех составляющих звеньев (или нескольких, или, может быть, достаточно только одного звена), т.е. обрабатывать размеры с большей точностью или расширить допуск конструкторского размера. Если данная операция не дает желаемого результата, то дальнейшее ужесточение (уменьшение) допусков нецелесообразно, поскольку приведет к существенному повышению себестоимости изготовления детали. Если после снижения точности условие неравенства (5) выполняется, значит задачу по определению номинальных размеров и отклонений звеньев составляющих (технологических размеров) решить можно. В нашем случае конструкторские размеры выдерживаются, кроме размера канавки K_{10-7} , но

поскольку данный размер не играет важной роли, после согласования с конструктором, принимаем решение снизить требования к точности исполнения данного размера.

Замыкающими звеньями будут припуски - они собирают погрешность.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$JT_z = \sum_{i=1}^n |JT_i|, \quad (14)$$

Приведем пример расчета среднего технологического размера, из размерной цепи, полученной с помощью графа.

1. Составим уравнение номиналов:

$$\xi A_{\Delta H} + \sum^n \xi A_{iH} = 0 \quad (6)$$

$$-T_{18-2} + Z_{2-3} + K_{3-18} = 0$$

$$T_{18-2} = Z_{2-3} + K_{3-15}$$

$$T_{18-2} = 84,73 + 1,11 = 85,84 \text{ мм}$$

таблица 7

Индекс	Уравнения размерных цепей	Средний размер, мм	Допуск мм	Среднее откл, мм	Принятый средний размер, мм
1	2	3	4	5	6
T_{18-17}	$-T_{18-17} - Z_{17-16} + K_{16-18} = 0$ $T_{18-17} = K_{16-18} - Z_{17-16}$ $T_{18-17} = 7,18 - 0,67 = 6,51$	$6,51 \pm 0,18$	$0,36$	0	$6,5 \pm 0,18$
T_{18-14}	$-T_{18-14} - Z_{14-13} + K_{13-18} = 0$ $T_{18-14} = K_{13-18} - Z_{14-13}$ $T_{18-14} = 22,26 - 0,7 = 21,56$	$21,56 \pm 0,26$	$0,52$	0	$21,6 \pm 0,26$

T_{18-15}	$-T_{18-15} - Z_{15-14} + T_{14-18} = 0$ $T_{18-15} = T_{14-18} - Z_{15-14}$ $T_{18-15} = 21,56 - 1,036 = 20,524$	$20,524 \pm 0,26$	$0,52$	0	$20,5 \pm 0,26$
T_{18-2}	$-T_{18-2} + Z_{2-3} + K_{3-18} = 0$ $T_{18-2} = K_{3-18} + Z_{2-3}$ $T_{18-2} = 84,73 + 1,11 = 85,84$	$85,84$	$0,87$	0	$85,8 \pm 0,435$
T_{19-1}	$-T_{19-1} + Z_{1-2} + T_{2-18} + Z_{18-19} = 0$ $T_{19-1} = Z_{1-2} + T_{2-18} + Z_{18-19}$ $T_{19-1} = 1,92 + 85,84 + 0,835 = 88,595$	$88,595 \pm 0,7$	$1,4$	0	$88,6 \pm 0,7$
T_{8-3}	$-T_{8-3} + K_{3-9} - Z_{9-8} = 0$ $T_{8-3} = K_{3-9} - Z_{9-8}$ $T_{8-3} = 32,5 - 0,43 = 32,07$	$32,07 \pm 0,125$	$0,25$	0	$32 \pm 0,125$
T_{7-3}	$-T_{7-3} + T_{3-8} - Z_{8-7} = 0$ $T_{7-3} = T_{3-8} - Z_{8-7}$ $T_{7-3} = 32,07 - 0,93 = 31,14$	$31,14 \pm 0,31$	$0,62$	0	$31 \pm 0,31$
T_{5-8}	$-T_{8-5} + T_{3-8} - K_{9-3} + K_{5-9} = 0$ $T_{8-5} = T_{3-8} - K_{9-3} + K_{5-9}$ $T_{5-8} = 32,07 - 32,5 + 15,125 = 14,785$	$14,785 \pm 0,215$	$0,43$	0	$14,8 \pm 0,215$



Рис.5 Граф в радиальном направлении.

В радиальном направлении диаметры по ходу технологического процесса между собой не связаны, т.к. диаметры получаются по размерной цепи станка.

А связанными по технологическому процессу будут оси поверхностей вращения через оси шпинделей соответствующего станка. Поэтому в радиальном направлении строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность.

На это граф-дерево наносятся конструкторские несоосности и припуски, получатся циклы, которые будут размерными цепями несоосности, в которых конструкторские несоосности-исходные звенья, несоосность припусков-замыкающие звенья, а технологическая несоосность составляющие звенья.

Расчет диаметров производится по трехзвенной цепочке и начинается расчет с конструкторского диаметра. Нам известны: конструкторский размер, минимальный припуск и допуск промежуточного технологического размера.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. $IT_z = \sum IT_i$.

Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска. Предельные диаметры просчитываем после расчета среднего отклонения, который просчитывается по тому же уравнению, что и средний диаметр.

Расчет припусков сводим в таблицу 8, припуски считаем по формулам изложенным выше.

Таблица 8

Индекс	Состояние поверхности	R_z , мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	Z_{\min} , мм	IT_z , мм	Z_{\max} , мм	Z_c , мм	Δ_z , мм
Zo1-o2	После получистовой	50	60	60	0	0,170	0,151	0,245 5	0,20775	0,0755
Zo2-o3	После чернового	100	100	100	0	0,30	0,65	0,625	0,4625	0,325

<i>Z₀₈₋₀₉</i>	<i>После проката</i>	<i>150</i>	<i>150</i>	<i>20 0</i>	<i>500</i>	<i>0,838</i>	<i>1,94</i>	<i>1,808</i>	<i>1,323</i>	<i>0,97</i>
<i>Z₀₁₂₋₀₁₁</i>	<i>После чернового</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>0</i>	<i>0,30</i>	<i>0,78</i>	<i>0,690</i>	<i>0,495</i>	<i>0,39</i>
<i>Z₀₁₂₋₀₁₃</i>	<i>Получистовой</i>	<i>50</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>0</i>	<i>0,170</i>	<i>0,199</i>	<i>0,269 5</i>	<i>0,4395</i>	<i>0,995</i>
<i>Z₀₁₅₋₀₁₄</i>	<i>После чернового</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>0</i>	<i>0,30</i>	<i>0,262</i>	<i>0,431</i>	<i>0,3655</i>	<i>0,131</i>

Приведем пример расчёта диаметра D_{02} . Нам известны:

- конструкторский размер $D_{01}=25_{-0,021}$,
- минимальный припуск (см. таблицу 7) и
- допуск промежуточного размера D_{02} (берем по 11 качеству).

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Таким образом, получаем

$$Z_{01-02}=0,170^{+0,151}$$

Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска, получаем:

$$D_{02} = D_{01} + (Z_c * 2) = 24,985 + (0,20775 * 2) = 25,4005 \text{ мм.}$$

Дальше действуем по аналогии, считаем допуск припуска

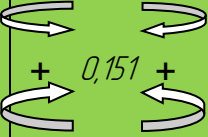
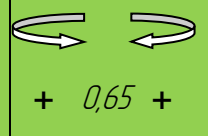
$$Z_{02-03} = 0,30^{+0,65},$$

Просчитываем среднее отклонение и средний размер, получаем технологический размер суммированием:

$$D_{03} = D_{02} + (Z_c * 2) = 25,4005 + (0,4625 * 2) = 26,3255 \text{ мм.}$$

Остальные размеры рассчитываем аналогично, расчет диаметральных размеров сводим в таблицу 9

таблица 9

Обозначение	Предельный диаметр	Допуск, мм	Среднее откл., мм	Средний размер,	Расчет ср. р-ра	Размер в расчет
D_{01}	$25_{-0,021}$	0,021	-0,0105	24,985	24,985	$24,985_{-0,0105}$
Z_{01-02}	$0,170^{+0,151}$	 + 0,151 +	+0,0755	$0,20775 \cdot 2$	0,4155	
D_{02}	$25,4005_{-0,13}$	0,13	0		25,4005	$25,4 \pm 0,065$
Z_{02-03}	$0,30_{-0,65}$	 + 0,65 +	+0,325	$0,4625 \cdot 2$	0,925	
D_{03}	$26,3255_{-0,52}$	0,52	0		26,3255	$26,3 \pm 0,26$
D_{08}	$78_{-0,74}$	0,074	-0,037	77,630	77,630	$77,6 \pm 0,37$
Z_{08-09}	$0,838_{-1,94}$	1,94	+0,407	$1,323 \cdot 2$	2,646	
D_{09}	$80,276^{-1,2}$	1,2	-0,37		80,276	$80,3 \pm 0,37$
D_{013}	$40_{-0,039}$	-0,039	-0,0195	39,9805	39,9805	$40 \pm 0,0195$

$Z_{013-012}$	$0,170_{-1,99}$	$0,199$	$0,0995$	$0,4395*2$	$0,879$	
D_{012}	$40,8595_{0,16}$	$0,16$	0		$40,8595$	$40,9\pm0,08$
$Z_{012-011}$	$0,30_{-0,78}$	$0,78$	$0,39$	$0,495*2$	$0,99$	
D_{011}	$41,8495_{-0,62}$	$0,62$	0		$41,8495$	$41,9\pm0,31$
D_{015}	$28_{-0,052}$	$0,052$	$-0,026$		$27,974$	$28\pm0,026$
$Z_{015-014}$	$0,30_{-0,182}$	$0,182$	$-0,091$	$0,3655*2$	$0,731$	
D_{014}	$28,705_{-0,13}$	$0,13$	0		$28,705$	$28,7\pm0,065$

1.8 Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.[7 ,с.261]

Элементы режима резания для обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Глубина резания t : при черновой обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его $t=z$;

при чистовой обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача s : при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания – зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части и ряда других факторов.

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N и крутящий момент на шпинделе станка.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} \quad (15)$$

Рассчитаем режимы резания для токарной и сверлильной операций.

Предлагается для расчета режимов на токарных станках воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карте Т-1[5, с. 13]

1. Назначаем глубину резания t .

2. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_o в мм/об.:

- а) определение рекомендуемой подачи по нормативам,
- б) уточнение подачи по паспорту станка.

3. Определение стойкости инструмента по нормативам T_p в мин.

4. Расчет скорости резания V в м/мин. и числа оборотов n в минуту

- а) определение рекомендуемой скорости резания по нормативам,
- б) расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} \quad (16) \quad , \text{где}$$

V – скорость, *м/мин.*;

d - диаметр обрабатываемой поверхности ,*мм.*

в) уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка;

г) уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (17)$$

Рассчитаем режимы для токарной - вынторезной 010 операции:

Первый переход (подрезка торца начерно), Т15К6, (Сталь 45)

Поскольку операция, для которой мы рассчитываем режим резания является черновой, примем:

$$1. t = 1,5 \text{ мм}$$

2. Определение подачи

по нормативам $S=0,3 \text{ мм/об.}$, с учетом подач станка также $S=0,3 \text{ мм/об.}$

$$3. T = 50 \text{ мин.} [5, \text{с.26}]$$

4. Расчет скорости резания V в *м/мин*

$$V_{\text{табл.}} = 88 \text{ м/мин.}$$

$$V = V_{\text{табл.}} * K_1 * K_2 * K_3, \quad (18) \quad \text{где}$$

K_1 –коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки.

$$K_1 = 0,9 \quad [5, \text{с.32}]$$

$$K_2 = 1,60 \quad [5, \text{с.33}]$$

$$K_3 = 1 \quad [5, \text{с.33}], \text{ тогда}$$

$$V = 88 * 0,9 * 1,6 * 1 = 126,72 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 126,72}{3,14 * 82} = 492 \text{ об/мин.}$$

С учетом существующих подач станка ,принимаем $n = 500 \text{ об./мин.}$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 82 * 500}{1000} = 128,74 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания P_z :

$$P_z = P_{z \text{ табл.}} * K_1 * K_2, (19), \text{ где}$$

K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 - коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$$P_{z \text{ табл.}} = 120 \text{ кГ} \quad [5, \text{с.35}]$$

$$K_1 = 0,8 \quad [5, \text{с.36}]$$

$$K_2 = 1,0 \quad [5, \text{с.36}]$$

$$P_z = 120 * 0,8 * 1,0 = 96 \text{ кГ.}$$

Определим мощность резания по формуле (15)

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} = \frac{96 * 128,74}{6120} = 2,02 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 1К625— 10 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

Второй переход (черновая точения), Т15К6, (Сталь 45)

$$1. t = 2 \text{ мм}$$

2. Определение подачи

по нормативам $S = 0,6 \text{ мм/об.}$, с учетом подач станка также $S = 0,6 \text{ мм/об.}$

$$3. T = 50 \text{ мин.} [5, \text{с.26}]$$

4. Расчет скорости резания V в м/мин

$$V_{\text{табл.}} = 72 \text{ м/мин.}$$

$$V = V_{\text{табл.}} * K_1 * K_2 * K_3, (13) \text{ где}$$

$$K_1 = 0,9 \quad [5, \text{с.32}]$$

$$K_2 = 1,5 \quad [5, \text{с.33}]$$

$K_3 = 1$ [5,с.33], тогда

$$V = 72 * 0,9 * 1,5 * 1 = 97,2 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 97,2}{3,14 * 78} = 396,9 \text{ об/мин.}$$

С учетом существующих подач станка ,принимаем $n = 400 \text{ об./мин.}$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 78 * 400}{1000} = 97,97 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания P_z :

$$P_z = P_{z \text{ табл.}} * K_1 * K_2, \text{ (14), где}$$

K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 - коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$$P_{z \text{ табл.}} = 120 \text{ кГ} \quad [5, \text{с.35}]$$

$$K_1 = 0,8 \text{ [5,с.36]}$$

$$K_2 = 1,0 \text{ [5,с.36]}$$

$$P_z = 120 * 0,8 * 1,0 = 96 \text{ кГ.}$$

Определим мощность резания по формуле (15)

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} = \frac{96 * 97,97}{6120} = 1,536 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 1К625– 10 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

Рассчитаем режимы резания для фрезерной операции :

Инструмент – фреза ВК8

Обрабатываемый материал – Сталь45

Рассчитаем силу P_z

1. Ширина фрезерования $B=8$ мм.
2. Глубина фрезерования : $t= 12$ мм.
3. Диаметр фрезы $D=12$ мм, количество зубьев $z=3$
4. Подачу выбираем по табл.33 (2, том 2, стр 283). с учётом имеющихся подач на станке:
 $S= 0,05$ мм/зуб.

5. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [2, Т.2, стр.290]: $T=120$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 145$; $m = 0,37$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $q=0,44$; $u= 0,1$; $p=0,13$ — определены по табл. 39,40 [2, Т.2, стр.286].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ}$$

где K_{MV} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v при обработке заготовки из стали 45 берем из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости $K_{\Gamma} = 1$
 $n_v = 1$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{PV} = 0,9$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IV} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,9 \times 1,15 = 0,913$$

Скорость резания,

$$V = \frac{145 \times 12^{0,44} \times 0,913}{60^{0,37} \times 12^{0,24} \times 0,05^{0,26} \times 8^{0,1} \times 3^{0,13}} = 72,4 \text{ м/мин}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{72,4}{3,14 \times 12} = 1900 \text{ об/мин}$$

d- Диаметр фрезы

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S^y \times B^u \times Z \times K_{mp}}{D^q \times n^w}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $u=1$; $q=0,73$; $w=-0,13$ определены по табл.41 [2.том 2, стр291]

Глубина резания в формуле определения силы: $t = 1 \text{ мм}$.

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = \frac{10 \times 12,5 \times 12^{0,85} \times 0,05^{0,75} \times 8^{0,1} \times 3 \times 1,10}{12^{0,73} \times 1800^0} = 68,3 \text{ Н}$$

Составляющая силы (рис 2)

$$P_v = 0,25 \times 68,3 = 18 \text{ Н}$$

$$F_{mp} = \frac{W \times f}{k}$$

где $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ - коэффициент запаса [7, стр.85] и

$K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1=1,2$ – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2=1,6$ – коэффициент затупления;

$K_3=1,2$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом фрезеровании;

$K_4=1,2$ – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$ – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$ – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 4,15$

$f=0.3$ - коэффициент трения

Расчет по P_v

Уравнение равновесия заготовки

$$\sum M_0 = P_v \times 24,5 - F_{mp} \times 15 = 0$$

$$F_{mp} = P_v \times \frac{24,5}{15} = 18 \times \frac{24,5}{15} = 29 \text{ Н}$$

$$W_{min} = F_{mp} \times \frac{k}{f} = 29 \times \frac{4,15}{0.3} = 406 \text{ Н}$$

Рассчитаем режимы резания для сверлильной операции :

Сверление отверстие Ø16 мм, Сверло Ø 16 DC1600L160C; (Сталь 45)

При сверлении глубина резания $t=0,5D$.

Тогда для сверления отверстия Ø16 мм $t=8$ мм

Предлагается для расчета режимов на сверлильных операциях воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карте С-1[5,с.104]

Рекомендации аналогичны токарной операции, изложенной выше, поэтому сразу перейдем к расчетам.

1. Назначаем глубину резания $t=0,5D=8\text{ мм}$

2. Определение подачи по нормативам $S=0,15\text{ мм/об.}$, но с учетом подач станка $S=0,15\text{ мм/об.}$

3. $T = 77\text{ мин.}$ [5, с.114]

4. Расчет скорости резания V в м/мин

$V_{\text{табл.}} = 18\text{ м/мин.}$

Рассчитаем скорость резания по формуле (18)

$$V = V_{\text{табл.}} * K_1 * K_2 * K_3 = 18 * 0,9 * 1,055 * 1,0 = 17,09\text{ м/мин.}$$

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

K_3 – коэффициент, зависящий от отношения длины резания к диаметру.

$K_1 = 0,9$ [5, с.116];

$K_2 = 1,09$ [5, с.116];

$K_3 = 1,0$ [5, с.117].

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 17,09}{3,14 * 16} = 340,2\text{ об/мин}$$

С учетом существующих подач станка, принимаем $n = 350\text{ об./мин.}$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 16 * 350}{1000} = 17,58\text{ м/мин.}$$

Определим силу резания P_z [5, с.124]

$P_0 = P_{\text{табл.}} * K_P$, (15) где

K_P - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$P_{\text{о табл.}} = 280\text{ кГ}$ [5, с.124]

$K_P = 1,0$ [5, с.126]

$P_z = 280 * 1,0 = 280\text{ кГ.}$

Определим мощность резания, для этого воспользуемся формулой приведенной в

[5, с.126]

$$N = N_{\text{табл.}} * K_N * \frac{n}{1000} \quad (15)$$

$N_{\text{табл.}}$ - мощность резания по таблице [5,с.127];

$$N_{\text{табл.}} = 1,4$$

K_N - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [5,с.127];

$$K_N = 1$$

$$N = N_{\text{табл.}} * K_N * \frac{n}{1000} = 1,4 * 1,0 * \frac{350}{1000} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 2Н118 – 1,5 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

1.9 Нормирование операций технологического процесса

Общемашиностроительные нормативы предназначены для расчета технически обоснованных норм времени.

Нормирование ведем для тех операций, для которых рассчитывали режимы резания.

Определение штучного времени $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_B + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{от}} \quad (20) \text{ , где}$$

T_o - основное время;

$T_{\text{тех}}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{\text{орг}}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{\text{от}}$ - время на отдых.

Определение основного времени T_o :

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}} * i}{S_o * n} \quad (21) \text{ , где}$$

$L_{\text{р.х.}}$ - длина рабочего хода;

i – количество рабочих ходов;

S_0 – подача, мм./об.

n – число оборотов шпинделя, об./мин.

1. Расчет длины рабочего хода суппорта.

$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{доп.}$, (22) где

$L_{рез}$ – длина резания;

y – подвод, врезание и перебег инструмента;

$L_{доп.}$ – дополнительная длина хода, вызванная в отдельных случаях особенностями наладки и конфигурации детали.

Определение вспомогательного времени T_B :

$$T_B = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{и.з} \quad (23) \text{ , где}$$

$T_{y.c}$ – время установки и снятия детали;

$T_{з.о}$ – время закрепления и открепления детали;

$T_{уп}$ – время на управления станком;

$T_{и.з}$ – время на измерение.

Рассчитаем вспомогательное время при помощи таблиц

Для определения $T_{шт.}$ воспользуемся следующими формулами:

$$T_{он} = T_o + T_в \quad (24)$$

$$T_{ом.} = (4 \dots 6) \% T_{он.} \quad (25)$$

$$T_{орг.} = (4 \dots 6) \% T_{он} \quad (26)$$

$$T_{тех.} = (4 \dots 6) \% T_{он} \quad (27)$$

Определение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{н-з} / n \quad (22) \text{ , где}$$

$T_{н.з}$ – подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

N – годовая программа, шт.

$$n = N / 12 = \frac{1000}{12} = 83,3. \quad (23)$$

Нормативы времени берем для мелкосерийного производства.

Рассчитаем нормы времени для первой токарной операции - первый переход (подрезка торца начерно), (операция 010).

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} * i}{S_o * n} = \frac{45 * 1}{0,1 * 475} = 0,095 \text{ мин.}$$

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{доп.} = 40 + 5 = 45 \text{ мм, где}$$

$$L_{рез} = 40 \text{ мм,}$$

$$y = 5 \text{ мм, [5, с.300]}$$

Подачу S_o для данной операции определили в режимах резания (см. выше)

$$T_B = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{из} = 0,24 + 0,0435 + 0,032 + 0,047 = 0,36 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{ом} = 0,095 + 0,36 + 0,13 + 0,13 + 0,013 = 0,73 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,73 + \frac{10}{83,3} = 0,85 \text{ мин.}$$

$$T_{yc} = 0,24 \text{ мин. [2, с.136, с.149]}$$

$$T_{yn} = 0,0435 \text{ мин. [2, с.171, с.175]}$$

$$T_{zo} = 0,032 \text{ мин. [2, с.162]}$$

$$T_{из.} = 0,047 \text{ мин. [2, с.193]}$$

$$T_o = 0,73 \text{ мин.}$$

$$T_{н.з.} = 10 \text{ мин. [3, с.21]}$$

РАЗДЕЛ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособление

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 10.

таблица-10

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для обработки четырех пазов в заготовке (шпиндель) на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели XD-40A (операция 020);
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки шпинделя;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки цилиндра, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров пазов и их положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки заготовки не должно превышать 0,05 мин; рост производительности труда на данной операции на 10...15%;
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный; программа выпуска – 1000 шт. в год; Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку XD-40A; Регулирование конструкции приспособления не допускается Время закрепления заготовки не более 0,05 мин.; Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%; Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию 020:

	<p>наружный диаметр заготовки 78 мм, $R_A = 12,5$ мкм;</p> <p>высота заготовки 85 мм, шероховатость торцов $R_z = 12,5$ мкм;</p> <p>Выходные данные операции 020:</p> <p>Ширина паза 12_{-0,43} мм</p> <p>Длина паза 15,5±0,215 мм</p> <p>Приспособление обслуживается оператором 3-го разряда;</p> <p>Техническая характеристика станка XD-40A:</p> <p>рабочая поверхность стола, мм; 420x800;</p> <p>ширина Т-образного паза стола станка: 18 мм;</p> <p>Характеристика режущего инструмента:</p> <p>диаметр фрезы 12 мм;</p> <p>материал ВК8;</p>
Документация, используемая при разработке	<p>ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73.</p> <p>ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.</p>

2.2 Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкции приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим схему базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима и сил резания (рис. 6).

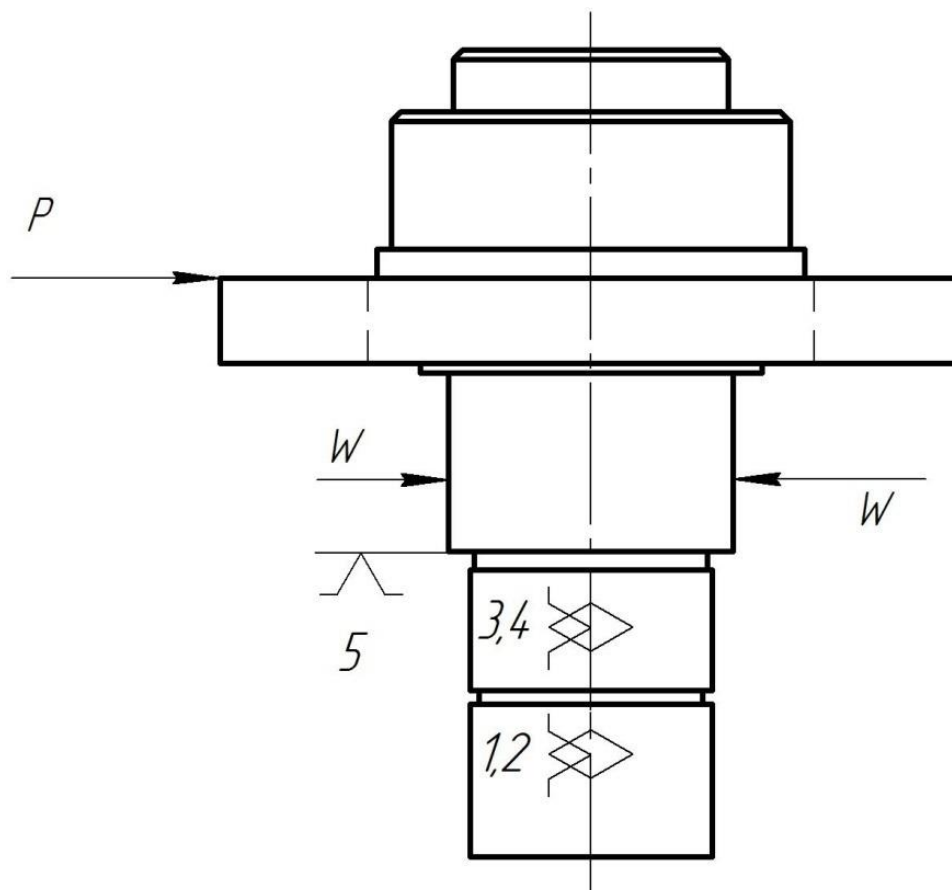


Рис. 6. Схема базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

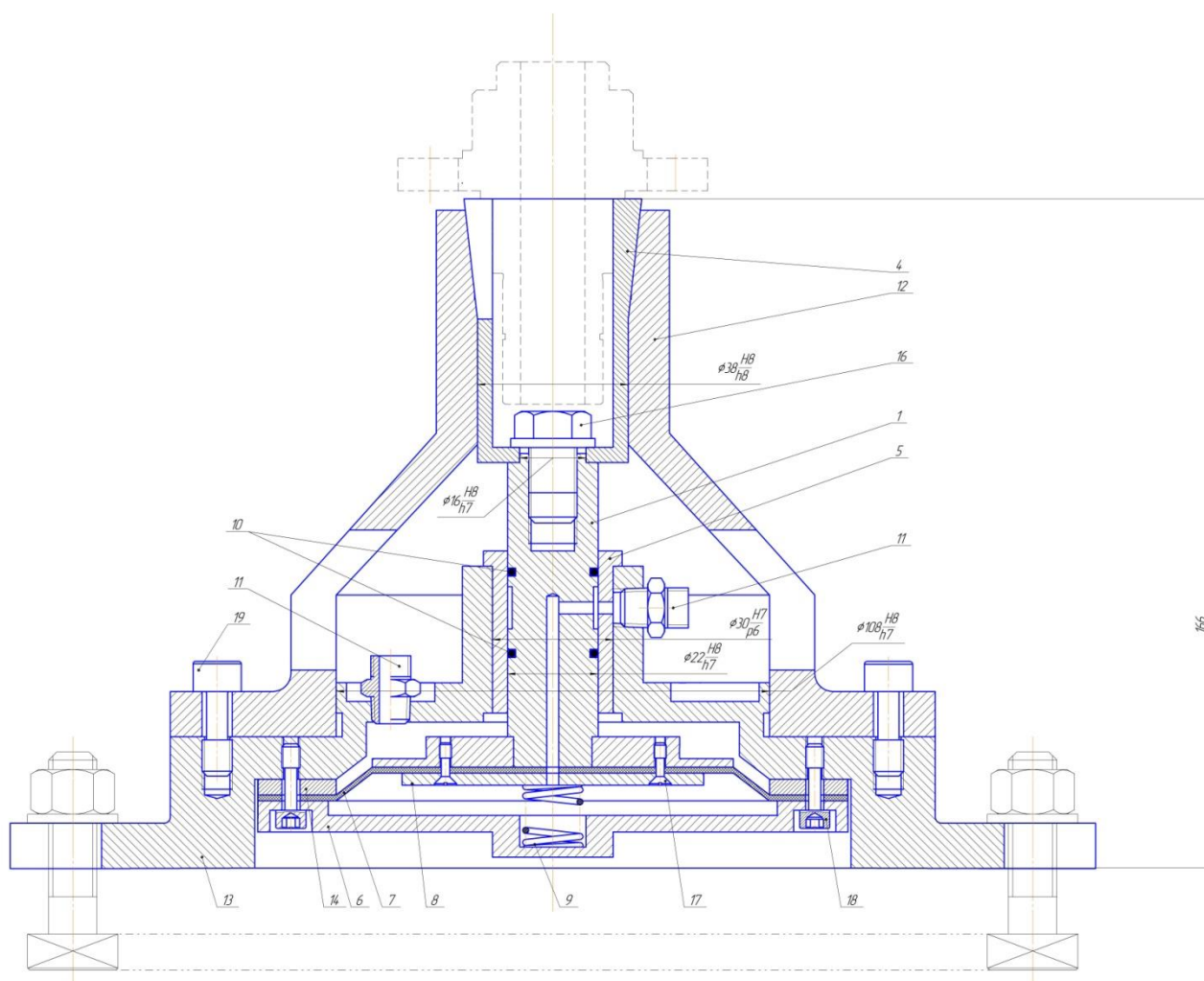


Рис. 7. Специальное приспособление

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «Шпиндель» при ее обработке на вертикально-фрезерном станке XD-40А

Заготовка устанавливается в цангу 4 приспособления.

Воздух под давлением поступает через правый штуцер 11 в пневмокамеру, вызывая перемещение штока 1, который двигает цангу 4 вниз, за счет конической поверхности корпуса 12 цанга сжимается и закрепляет заготовку. Втулка 5 служит

для снижения трения. Для разжима заготовки воздух подается в левый штуцер 11, шток двигается вверх и освобождает заготовку.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износоустойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости $HRC_{50...55}$.

2.3 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 8), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы на деталь действуют силы резания, которые стремятся повернуть заготовку вокруг оси и сдвинуть вдоль нее. Расчет производим по составляющей силы резания P_v

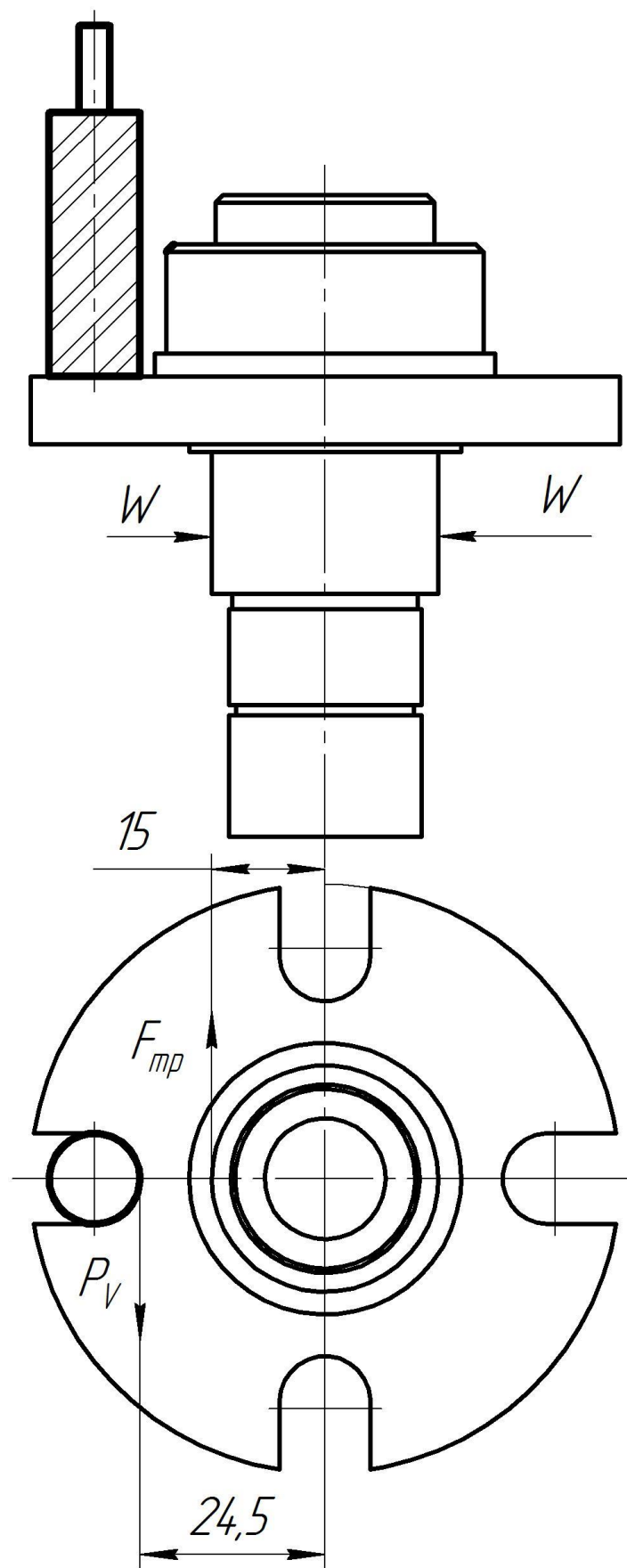


Рис 8. Расчетная схема.

Рассчитаем *силы резания*

Инструмент – фреза ВК8

Обрабатываемый материал – Сталь45

Рассчитаем силу P_z

1. Ширина фрезерования $B=8$ мм.
2. Глубина фрезерования : $t= 12$ мм.
3. Диаметр фрезы $D=12$ мм, количество зубьев $z=3$
4. Подачу выбираем по табл.33 (2, том 2, стр 283). с учётом имеющихся подач на станке:

$S= 0,05$ мм/зуб.

5. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [2, Т.2, стр.290]: $T=120$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 145$; $m = 0,37$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $q=0,44$; $u= 0,1$; $p=0,13$ – определены по табл. 39,40 [2, Т.2, стр.286].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

Значение коэффициента K_T и показатель степени n_v при обработке заготовки из стали 45 берем из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости $K_T = 1$
 $n_v = 1$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{PV} = 0,9$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IV} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,9 \times 1,15 = 0,913$$

Скорость резания,

$$V = \frac{145 \times 12^{0,44} \times 0,913}{60^{0,37} \times 12^{0,24} \times 0,05^{0,26} \times 8^{0,1} \times 3^{0,13}} = 72,4 \text{ м/мин}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{72,4}{3,14 \times 12} = 1900 \text{ об/мин}$$

d- Диаметр фрезы

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S^y \times B^u \times Z \times K_{mp}}{D^q \times n^w}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $u=1$; $q=0,73$; $w=-0,13$ определены по табл.41 [2.том 2, стр291]

Глубина резания в формуле определения силы: $t = 1 \text{ мм}$.

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = \frac{10 \times 12,5 \times 12^{0,85} \times 0,05^{0,75} \times 8^{0,1} \times 3 \times 1,10}{12^{0,73} \times 1800^0} = 68,3 \text{ Н}$$

Составляющая силы (рис 2)

$$P_v = 0.25 \times 68,3 = 18 \text{ Н}$$

$$F_{mp} = \frac{W \times f}{k}$$

где $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ - коэффициент запаса [7, стр.85] и

$K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1=1,2$ – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2=1,6$ – коэффициент затупления;

$K_3=1,2$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом фрезеровании;

$K_4=1,2$ – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$ – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$ – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 4,15$

$f=0.3$ - коэффициент трения

Расчет по P_v

Уравнение равновесия заготовки

$$\sum M_0 = P_v \times 24,5 - F_{mp} \times 15 = 0$$

$$F_{mp} = P_v \times \frac{24,5}{15} = 18 \times \frac{24,5}{15} = 29 \text{ Н}$$

$$W_{min} = F_{mp} \times \frac{k}{f} = 29 \times \frac{4,15}{0.3} = 406 \text{ Н}$$

2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.

В качестве привода зажимного устройства применяем мембранный пневмоцилиндр двустороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Для плоских мембран из прорезиненной ткани [1, с.254]:

$$Q_{расч} = \frac{\pi}{16} (D + d)^2 \times p - P$$

где $Q_{расч}$ – усилие на штоке;

P – усилие пружины (примем $P=100$ Н);

D и d – диаметры мембраны и опорной шайбы, (мм);

p – давление сжатого воздуха, (МПа);

η – коэффициент полезного действия цилиндра, ($\eta = 0,85...0,9$).

Принимаем предварительно $D=108$ мм, $d=75$ и $p = 0,4$ МПа. Тогда

$$Q_{расч} = \frac{3,14}{16} (108 + 75)^2 \times 0,4 - 100 = 2528 \text{ Н}$$

Сила зажимающая заготовку

$$W_{расч} = Q \times \frac{\eta}{tg(\varphi - \alpha)} = 2528 \times 0.85 / tg(22 - 8) = 11800 \text{ Н}$$

φ – угол трения

α – угол конуса цанги

Усилие на штоке превышает потребное усилие зажима, условие выполняется.

$$W_{расч} > W_{потреб.}$$

Следовательно усилие зажима превышает минимальное значение W из расчетной части.

2.5 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.6 Расчёт точности приспособления

В качестве расчетного параметра выбираем допуск выполняемого размера $12_{-0,43}$

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Для расчета точности приспособления ε_{np} следует пользоваться формулой [6, с.113]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,43$ мм.;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (9, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, (9, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_{\bar{\sigma}} = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_3 = 0,07$ мм – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_Y = 0,03$ мм – погрешность установки приспособления на станке, (9, с. 169);

$\varepsilon_n = 0,01$ мм – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (9, с. 169);

$\varepsilon_u = 0,005$ мм – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,08$ – экономическая точность обработки, (10, с. 211).

По формуле 5 определяем:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np} &= 0,43 \\ &- 1,2^2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,08)^2} = 0,19 \text{ мм} \end{aligned}$$

Принимаем $\varepsilon_{np} = 0,05 \text{ мм} / 100 \text{ мм}$

2.7 Разработка схему сборки и содержание операций.

Составим технологическую карту сборки сверлильного приспособления.

Таблица 11

№ операции	Название	Содержание
05	Сборка штока (сб. 100)	1. Запрессовать на шток (дет. 1) шайбу (дет. 2)
05	Сборка фрезерного приспособления (Сб. 0)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запрессовать втулку (дет. 5) в основание (дет. 11) 2. Установить корпус (дет. 12) и ввинтить винты (дет. 19) 3. Установить уплотнения (дет. 10) на шток (дет. 1) 4. Установить мембрану (дет. 7), шайбу (дет. 8) и ввинтить винты (дет. 17) 5. Установить шайбу (дет. 14), мембрану (дет. 7), пружину (дет. 9), крышку (дет. 6) и закрепить винтами (дет. 18) 6. Установить цангу (дет. 4) и закрепить винтом (дет. 16) 7. Ввинтить штуцеры (дет. 11).
10	Контрольная	1. Проверить работоспособность приспособления, плавность хода и отсутствие заеданий.

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на

поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (таблица 2); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-фрезерный станок XD-40A, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью мембранного пневмопривода.

РАЗДЕЛ 3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕЖМЕНТ

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки.

Целью данного раздела является разработка технологического процесса изготовления детали «Шпинделя» отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения; перспективности и успешности научно-исследовательского проекта.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научно-технического исследования.

3.1 Анализ по технологии QuaD

Технология QuaD представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.

2) Показатели оценки качества разработки.

В нашем случае при работе с технологией QuaD мы воспользуемся показателями оценки качества разработки.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 11).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по столбальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (1)$$

где $П_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $P_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таблица 11-Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Производительность труда рабочего	0,10	85	100	0,85	0,085
2. Вид получения заготовки	0,20	90	100	0,90	0,18
3. Время изготовления детали "Шпиндель"	0,10	75	100	0,75	0,075
4. Качества изготовления детали "Шпиндель"	0,15	80	100	0,80	0,12
5. Уровень квалификации рабочего	0,10	75	100	0,75	0,075
6. Сокращения количества операций в технологическом процессе	0,05	70	100	0,70	0,035
7. Гибкость технологического процесса изготовления детали "Шпиндель"	0,10	85	100	0,85	0,085
8. Уровень сложности изготовления детали "Шпиндель"	0,05	80	100	0,65	0,04
9. Уровень автоматизации	0,05	60	100	0,60	0,03
10. Цена изделия	0,10	90	100	0,90	0,09
Итого	1				0,815

Значение $P_{\text{ср}} = 81,5$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Шпиндель» на рынке является перспективной.

3.2 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 11 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Студент
	2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение конструкторской части работы	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов , оформление работы	Студент

3.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3*8 + 2*10}{5} = 8,8\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3*20 + 2*25}{5} = 22\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3*20 + 2*25}{5} = 22\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4\text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3*5 + 2*10}{5} = 7 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10-й работы составило:

$$t_{\text{ож}10} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-ой работы:

$$T_{p_1} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-ой работы:

$$T_{p2} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3-ой работы:

$$T_{p3} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-ой работы:

$$T_{p4} = \frac{8,8}{1} = 8,8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-ой работы:

$$T_{p5} = \frac{22}{1} = 22 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-ой работы:

$$T_{p6} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-ой работы:

$$T_{p7} = \frac{22}{1} = 22 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-ой работы:

$$T_{p8} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9-ой работы:

$$T_{p9} = \frac{7}{1} = 7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 10-ой работы:

$$T_{p10} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб.дн.}$$

3.4 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студентов основным становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48,$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях:

$$T_{к1} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях:

$$T_{к2} = 1,2 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях:

$$T_{к3} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях:

$$T_{к4} = 8,8 * 1,48 = 13 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях:

$$T_{к5} = 22 * 1,48 = 33 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях:

$$T_{к6} = 1,2 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях:

$$T_{к7} = 22 * 1,48 = 33 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях:

$$T_{к8} = 1,2 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях:

$$T_{к9} = 7 * 1,48 = 10 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях:

$$T_{к10} = 2,4 * 1,48 = 4 \text{ кал.дн.}$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 13).

Таблица 13-Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожг}$, чел-дни			
Выбор научного руководителя бакалаврской работы	1	2	1,4	Студент	1,4	2
Составление и утверждение темы бакалаврской работы	2	3	1,2	Научный руководитель, студент	1,2	2
Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	1	2	1,4	Научный руководитель	1,4	2
Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	8	10	8,8	Студент	8,8	13
Выполнение технологической части работы	20	25	22	Студент	22	33
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	2	3	1,2	Научный руководитель, студент	1,2	2
Выполнение конструкторской части работы	20	25	22	Студент	2,2	33
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	2	3	1,2	Научный руководитель, студент	1,2	2
Выполнение других частей работы	5	10	7	Студент	7	10
Подведение итогов , оформление работы	2	3	2,4	Студент	2,4	4

Покалендарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было во второй половине декады февраля. По графику видно, что некоторые виды работы выполняются 3 декады в одном месяце. Такие работы, как составление и утверждение темы работы, выбор объекта исследования и согласование работы, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в половине третьей декады мая.

Таблица 14- Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.д н.	Продолжительность выполнения работ											
				февр.		март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Студент	2												
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Научный руководитель, студент	2												
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Научный руководитель	2												
4	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент	13												
5	Выполнение технологической части работы	Студент	33												
6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	2												
7	Выполнение конструкторской части работы	Студент	33												
8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	2												
9	Выполнение других частей работы	Студент	10												
10	Подведение итогов , оформление работы	Студент	4												

3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

3.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{расхи} , \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.).

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, USB-накопитель, ежедневник, ластик.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали "шпиндель", указаны в таблице 5.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага офисная	лист	200	1,5	300
Ручка	Шт.	4	20	80
USB накопитель	250 М/б	1	250	250
Бумага "Ватман" А1 формат	Л.	6	25	150
Скобы для степлера	упаковка	2	15	30
Ежедневник	Шт	1	150	150
Ластик	Шт	1	20	40
Итого:				1000

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1000 рублей.

3.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблицеб.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп}=З_{осн}+З_{доп}, \quad (7)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) * k_p, \quad (10)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{\text{тс}}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (город Томск).

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 19500 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 40560$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 26520$$

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные	118	118
- из них праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	10	15
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	208

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{дн} = \frac{40560 * 10,4}{189} = 2231,9$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_{дн} = \frac{26520 * 11,2}{208} = 1428$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{осн} = 2231,9 * 8 = 17855,2$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{осн} = 1428 * 101 = 144228$$

Таблица 17 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , тыс. руб.	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , тыс. руб.	З _{дн} , тыс. руб.	Тр, раб. дн.	З _{осн} , тыс. руб.
Руководитель	19,5	0,3	0,3	1,3	40560	2231,9	8	17855,2
Бакалавр	17,0	0,2	0,2	1,3	26520	1428	101	144228
Итого З _{осн} :								162083

3.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно, дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 17855,2 = 2142,6$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 144228 = 17307,3$$

3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 18 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	17855,2	2142,6
Студент	144228	17307,3
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	54460	

3.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (12)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = 235993 \cdot 0,16 = 37759 \text{ рублей.}$$

3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 9.

Таблица 19 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат
1. Материальные затраты НТИ	1000	0,0036
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	162083	0,59
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19450	0,070
4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54460	0,198
5. Накладные расходы	37759	0,137
6. Бюджет затрат НТИ	274752	1

Бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 274752 рублей.

3.6 Определение эффективности исследования

В данном технологическом процессе в качестве исходной заготовки выбран прокат (Сталь 45 \varnothing 80), что позволяет максимальную использование и значительно сократит расход на сырье. При этом время изготовление заготовки очень короткое, так как оно получается с помощи одной операции отрезки. За счёт правильной постановки последовательности технологических операций добывается минимальный время изготовление детали. В целом значение

$P_{cp} = 81,5$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Шпиндель» на рынке является перспективным.

В рамках планирования научной работы была составлена структура работ, разработка графика этих работ и определение их трудоемкости. По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было во второй половине декады февраля. По графику видно, что некоторые виды работы выполняются 3 декады в одном месяце. Такие работы, как составление и

утверждение темы работы, выбор объекта исследования и согласование работы, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы во второй половине третьей декады мая. Далее был определен бюджет исследования, который составил 274752рублей.

РАЗДЕЛ 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрен плазмохимический реактор для конверсии природного газа, который является лабораторной установкой.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании лаборатории необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

4.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В лаборатории, где находятся различные электроустановки, магнетрон, а также используется метан в качестве исходного продукта, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

4.2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Параметры микроклимата в производственном помещении на ОАО «ТЭМЗ» установлены в соответствии СН 245 – 95 в следующих пределах:

температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от +17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Таблица 20 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	17 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м объема воздуха.

Например возьмем условный механический цех с габаритами:

-длина помещения - 60 м;

-ширина - 30 м;

-высота - 4,5 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 60 * 30 = 1800 \text{ кв.м};$$

$$V = 60 * 30 * 4,5 = 8100 \text{ куб.м.}$$

В цеху работает 35 человек. Значит, на каждого человека приходится 231 куб.м объема воздуха. Это удовлетворяет санитарным нормам.

4.2.2 Вредные вещества

В ходе проведения анализа выявлены следующие опасные факторы и возможные причины травматизма рабочих, обслуживающих участок:

1. При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова .
2. При работе на токарных, шлифовальных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.
3. При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.
4. Разрыв шлифовального круга, а также выкрашивание круга может привести к различным травмам у шлифовщика.
5. Наличие разветвленной цепи электропроводки, некачественная изоляция, неправильная эксплуатация электрооборудования могут привести к электротравмам или травмам со смертельным исходом.
6. Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.
7. Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала.

Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

4.2.3 Производственный шум

Монотонный шум, вызванный работой станков.

При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный

трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 75 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения; материалы шумопоглощения: Ограждения облицовки абсорбционные, комбинированные кожухи.
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.2.4 Освещенность

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

В машиностроении практически возникает необходимость правильной организации как естественного, так и искусственного освещения. В цехе имеется следующее освещение:

- боковое (оконные проемы расположены в наружных стенах);
- верхнее (световые проемы расположены в крыше);
- совмещенное (сочетание бокового и верхнего).

Нормирование искусственной освещенности производится согласно СНиП 23.05-95 с учетом разряда и подразряда зрительных работ (размеры объекта различения, цвет фона, величина контраста между объектом и фоном), типа освещения (общее или комбинированное) и типа светильников (лампы накаливания или люминесцентные лампы).

При выборе источника света предварительно решают вопрос о его виде. Существуют следующие виды источников света (ИС) производственного назначения: лампы накаливания, люминесцентные лампы, разрядные лампы высокого давления, ксеноновые лампы, лампы для специального облучения.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- (1) выбор системы освещения;
- (2) выбор источников света;
- (3) выбор светильников и их размещение;

- (4) выбор нормируемой освещённости;
- (5) расчёт освещения методом светового потока.

(1) Выбираем систему общего равномерного освещения:

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока, учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен.

(2) выбор источников света:

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

В нашем случае выбираем люминесцентные лампы по типу ЛБ (белой цветности) из газоразрядных групп.

Характеристики люминесцентных ламп приведены в табл. 21

Таблица 21 -Основные характеристики люминесцентных ламп

мощность, Вт	напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
15	127	700	820	835	850
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850
65	220	3750	4400	4600	4600
80	220	4250	5000	5200	5200
125	220	-	8000	-	8150

(3) выбор светильников и их размещение:

Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются:

Открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен,

допускаются при умеренной влажности и запылённости.

Таблица 22-Основные характеристики некоторых светильников с люминесцентными лампами.

Тип светильника	Количество и мощность	Область применения	Размеры, мм			КПД, %
			Длина	Ширина	Высота	
ОД – 2-30	2 х30	Освещение производственных помещений с нормальными условиями среды	933	204	156	75
ОД – 2-40	2 х40		1230	266	158	75
ОД – 2-80	2 х80		1531	266	198	75
ОД – 2-125	2 х125		1528	266	190	75
ОДО – 2-40	2 х40		1230	266	158	75
ОДОР - 2-30	2 х30		925	265	125	75
ОДОР - 2-40	2 х40		1227	265	155	75
АОД - 2-30	2 х30		945	255	-	80
АОД - 2-40	2 х40		1241	255	-	80
ШОД - 2-40	2 х40		1228	284	-	85
ШОД - 2-80	2 х80					
Л71БОЗ ПВЛ	10х30	Для пожаро-опасных помещений	Аналогично ОД			

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м (рис. 8):

H – высота помещения;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса;

h_{rp} – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_{rp}$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B),

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

(4) выбор нормируемой освещённости:

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

В нашем случае мы выбираем 300лк.

(5) расчёт освещения методом светового потока:

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (4.2)$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк; S – площадь освещаемого помещения, m^2 ; K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (табл. 4.9); Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; N – число ламп в помещении; η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей

поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A + B) \quad (4.3)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно.

Значения коэффициента использования светового потока светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в табл. 4.11 и 4.12.

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по табл. 1-3 выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы диапазона ($-10 \div +20 \%$), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Решение :

А- 40 длина цеха , м;

В - 18 ширина цеха , м;

Н - 5 высота цеха , м;

h_c - 0,4 м;

Требуется создать освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения

стен $R_c = 30 \%$,

потолка $R_n = 50\%$.

Коэффициент запаса $k = 1,5$,

коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$.

Приняв $h_c = 0,4$ м, получаем $h = 5 - 0,4 - 1 = 3,6$ м;

$$L = 1,4 * 3,6 = 5,04$$

$$l = 5.04/3 = 1.68$$

Размещаем светильники в четыре ряда. В каждом ряду можно установить 18 светильников типа ОД мощностью 80 Вт (с длиной 1,531 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 4). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 108$.

Находим индекс помещения

$$i = 720 / [3,6(40 + 18)] = 720 / 208,8 = 3,45$$

По табл. 4.11 определяем коэффициент использования светового потока:

$$i = 0,64.$$

$$\Phi = \frac{300 \cdot 720 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{108 \cdot 0,64} = 5156 \text{ Лм.}$$

$$108 \cdot 0,64$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

по табл. 1 выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛБ 80 Вт с потоком 5200 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд.}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд.}}} 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq 0,85\% \leq +20\% .$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 104 \cdot 80 = 8320 \text{ Вт.}$$

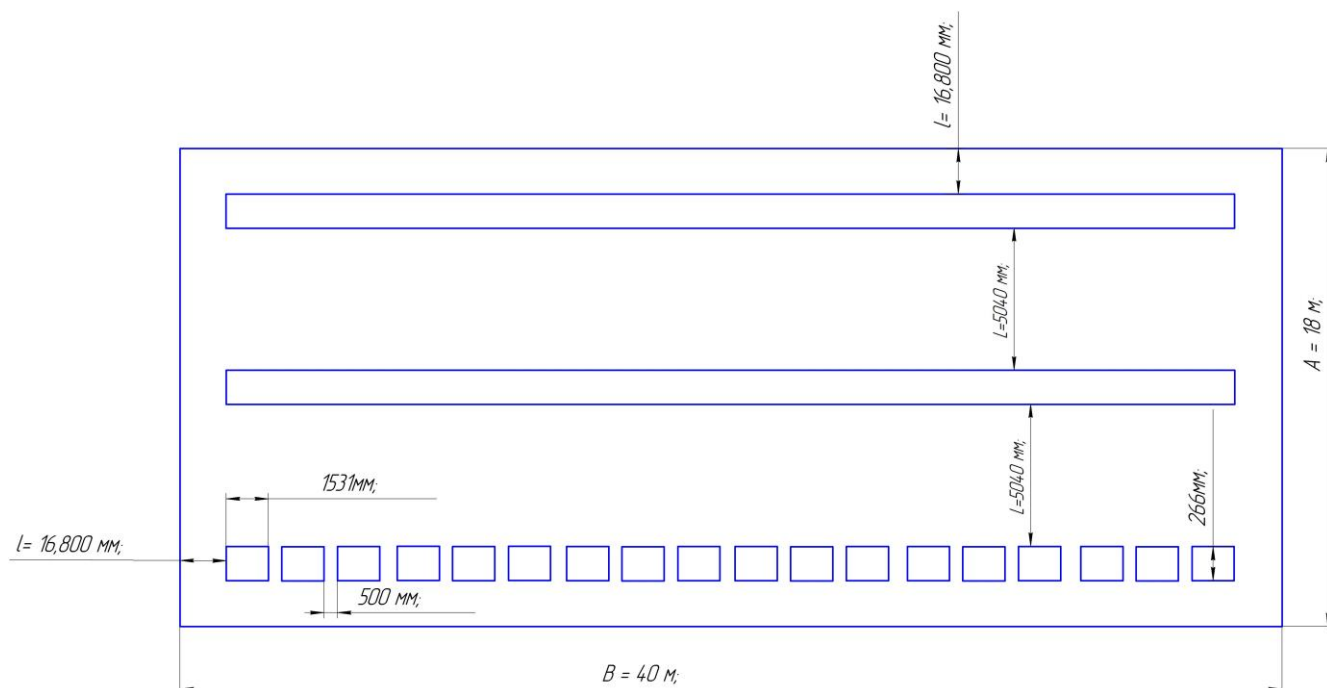


Рис.8. План производственного помещения и размещение светильников.

4.2.5 Электромагнитные поля

В установке используются магнетронные генераторы при помощи которых происходит подвод СВЧ-энергии к различным частям установки. Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей сверхвысоких частот на организм человека.

Эффект воздействия СВЧ электромагнитного поля на биологические объекты в известной степени определяется количеством проникающей в них и поглощаемой ими электромагнитной энергии. Значительная часть энергии микроволн поглощается тканями организма и превращается в тепло, что объясняют возникновением колебания ионов и дипольных молекул воды, содержащихся в тканях. Наиболее эффективное поглощение микроволн отмечается в тканях с большим содержанием воды: кровь, тканевая жидкость, слизистая желудка, кишок, хрусталик глаза и др. Нагрев тканей в СВЧ-поле является наиболее простым и очевидным эффектом

действия микроволн на организм человека. Положение максимума температуры, его удаление от поверхности тела зависит от проводимости среды, а, следовательно, и от частоты радиоволны, действующей на ткань: с увеличением частоты (укорочением волны) максимум температуры приближается к поверхности.

Длительное и систематическое воздействие на организм СВЧ-излучения вызывает повышенную утомляемость, периодически появляющуюся головную боль, сонливость или нарушение сна, повышение артериального давления и боли в области сердца. Под воздействием электромагнитных полей сверхвысоких частот наблюдаются изменения в крови, увеличение щитовидной железы, катаракта глаз, а у отдельных лиц — изменения в психической сфере (неустойчивые настроения, ипохондрические реакции) и трофические явления (выпадение волос, ломкость ногтей).

Предельно допустимые уровни облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

В диапазоне СВЧ = 300...300000 МГц допустимая плотность потока мощности (ППМ_{доп}) при времени облучения (τ облуч.) в течение всего рабочего дня составляет 10 мкВт/см², при τ облуч., равном 2 ч, - 100 мкВт/см² и при τ облуч., равном 15...20 мин, - 1000 мкВт/см² (при обязательном использовании защитных очков!). В остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10 мкВт/см². Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

4.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.3.1 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы

Вращающиеся части станков:

При работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды

вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

Отлет стружки:

При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки:

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

Слабое и ненадежное крепление инструмента:

Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.

В целях предупреждения травм необходимо проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах и использование защитных экранов.

4.3.2 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, напряжение прикосновения и тока.

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Лаборатория относится к помещению с особой опасностью поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением выше 1000 В являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (площадки, изолирующие звенья телескопических вышек и пр.).

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами — диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках. К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Освобождение пострадавшего от действия тока напряжением свыше 1000 В может быть произведено только одним способом. Это отключение соответствующей части электрической установки специально обученными людьми. Пострадавшему следует оказать посильную доврачебную помощь.

4.3.3 Факторы пожарной и взрывной природы

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами [18].

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Пожарная безопасность [19] - это состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

В соответствии с категориями помещений [20] по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории В4 пожароопасной. Участки со станками, в которых используется смазочно-охлаждающая жидкость, относят по степени пожароопасности к зоне класса П-Ш.

К причинам возникновения пожара при работе с оборудованием можно отнести:

- причины неэлектрического характера относят халатное неосторожное обращение с огнем: курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня;
- самовоспламенение и самовозгорание веществ;
- к причинам электрического характера относят короткое замыкание электропроводки, перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции, искрение и электрические дуги, статическое электричество.

В зависимости от причин возникновения пожара [19] предусматриваются:

-ящики с песком;

-углекислотные ОУ5 и порошковые ОП5 огнетушители (для тушения электроустановок, находящихся под напряжением); пенные огнетушители; внутренний пожарный водопровод; пожарная изоляция.

Кроме того, на предприятии приняты профилактические меры [21]: сотрудники предприятия прошли противопожарный инструктаж и знают о расположении средств пожаротушения, умеют ими пользоваться; обеспечивается правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии и находятся на видном и в доступном месте.

4.4 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Использование новых, более эффективных технологических процессов, резкое повышение производительности и расширение масштабов производства потребовали увеличения затрат материальных и энергетических ресурсов, что, в свою очередь, привело к росту отрицательного воздействия на окружающую среду.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), промышленный мусор.

При этом стружка складировается в контейнеры и регулярно отгружается на приемный пункт по мере наполнения контейнеров.

Отработанную СОЖ сливают в металлические бочки, которые хранят в отдельном помещении. По мере наполнения емкостей, отходы увозят на другое предприятие для повторного применения, имеющее очистные сооружения.

Люминесцентные лампы также хранят в специальном помещении и по мере их накопления увозят на утилизацию по договору с соответствующей организацией; в свою очередь промышленный мусор - на полигон.

I класса опасности: свинец, хром шестивалентный, никеля растворимые соли.

II класса опасности: марганца оксид, алюминия оксид, меди оксид, кадмия сульфат, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, фосфорный ангидрид, эпихлоргидрин, фенол, формальдегид, фтористый водород, акрилонитрил.

III класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая (зола углей), серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль краски, пыль талька, парафин.

IV класса опасности: аммиак, углерода оксид, спирт изобутиловый, спирт этиловый, бутилацетат, ацетон, бензин, углеводороды C12-C19.

В целом, предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зоны промплощадка предприятия не имеет.

В результате проведённых расчётов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере было установлено, что превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) на границе предприятия нет.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон» и барботажно-вихревыми пылеуловителями.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

- Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
- Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
- Защита работающих от источников тепловых излучений.
- Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
- Применение средств воздухоочистки.
- Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
- Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
- Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.4.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

При рассмотрении работы объектов народного хозяйства в условиях чрезвычайной ситуации используют понятие устойчивости. Под устойчивостью работы машиностроительного предприятия понимается его способность в этих условиях производить запланированную продукцию в установленной номенклатуре и объеме.

Устойчивость работы завода зависит от ряда факторов; способность инженерно-технического комплекса противостоять поражающим факторам; защищенность объектов от воздействия вторичных поражающих факторов; надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции; надежность оповещения и связи; подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ. При отсутствии вышеперечисленных факторов работа предприятия перестает быть устойчивой и может случиться авария или несчастный случай.

Производственная авария – это внезапное прерывание работы или нарушение устойчивого режима процесса производства на любом предприятии, которые приводят к повреждению или уничтожению зданий, сооружений, материальных ценностей и поражению людей. В случае различного рода аварий и возникает необходимость в спасательных и других неотложных работах. Их целью является: спасение людей и оказание помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ; создание условий для проведения восстановительных работ. Спасательные работы проводят непрерывно до полного завершения работы и характеризуются большим объемом и сложностью обстановки.

Наиболее типичной ЧС:

1. Сильные морозы

Аварии на теплосетях, Электросетях, в системе водоснабжение и транспортном хозяйстве. Чтобы избежать от остановки производства и дальнейших последствий :

- своевременно надо провести качественную термоизоляцию трубопроводов теплосети и системы водоснабжение. Обеспечить запас питьевой воды как минимум суточную норму употребление. Всегда держать резервные транспортные средства в рабочем состоянии.

2. Предполагаемая диверсия

Не санкционированное проникновение посторонних лиц на рабочий место. Экстремальные ситуации ,терроризм.

Чтобы избежать подобных вышеуказанных случаев надо усилить пропускной режим, оградить территорию предприятия, устанавливать камеры видеонаблюдение и провести личные досмотры в контрольных пунктах примемов.

В перечень спасательных работ входят:

- Разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;
- Розыск пострадавших, извлечение их из под завалов, из задымленных помещений;
- Эвакуация людей из опасной зоны;
- Вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха.

В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде [16].

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

ЧС военного времени:

- вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;

ЧС невоенного времени:

- техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

- природные - то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

- биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы.

Основные мероприятия по повышению устойчивости промышленного объекта, проводимые в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий, а также поражающих факторов ядерного взрыва, обеспечение надежности управления материально-технического снабжения, светомаскировку объекта, подготовку его к восстановлению нарушенного производства и перевод)" на режим работы в условиях ЧС.

Для обеспечения устойчивости вводятся следующие мероприятия:






- защитные сооружения: убежища для укрытия работающих на предприятии;
- производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны персонала;
- накопление, хранение и поддержание готовности средств индивидуальной защиты;
- сохранение материальной основы производства, зданий, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей;
- наличие между зданиями противопожарных разрывов;
 - сооружение над технологическим оборудованием в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих от повреждения обломками

разрушающихся конструкций. Абсолютную безопасность обеспечить невозможно, т.к. всегда будет оставаться риск возникновения чрезвычайных ситуаций, зависящий не только от поведения людей, но и от природы.

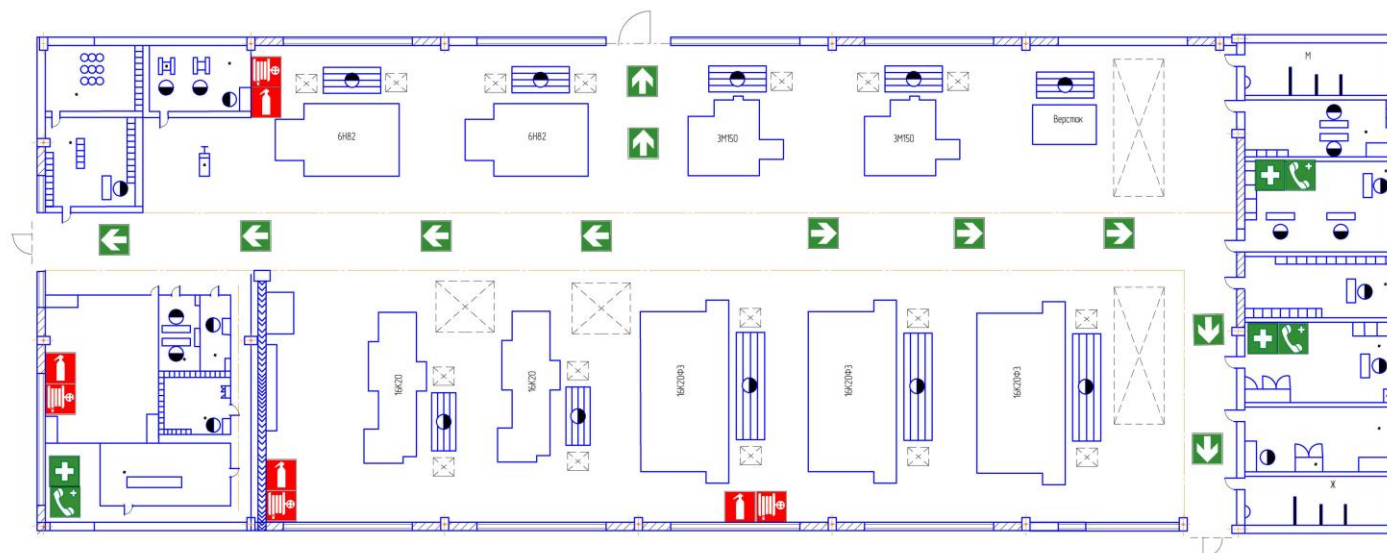
ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОЖАРЕ СОХРАНЯЙТЕ СПОКОЙСТВИЕ!

1		СООБЩИТЕ ПО ТЕЛЕФОНУ 01: <ul style="list-style-type: none"> • АДРЕС ОБЪЕКТА • МЕСТО ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА • СВОЮ ФАМИЛИЮ
2		ОПОВЕСТИТЕ ЛЮДЕЙ <ul style="list-style-type: none"> • НАЖМИТЕ КНОПКУ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ • ПОДАЙТЕ СИГНАЛ ГОЛОСОМ
3		ЭВАКУИРУЙТЕ ЛЮДЕЙ <ul style="list-style-type: none"> • ОРИЕНТИРУЙТЕСЬ ПО ЗНАКАМ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ • ОКАЖИТЕ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ
4	 	ПО ВОЗМОЖНОСТИ, ПРИМИТЕ МЕРЫ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА <ul style="list-style-type: none"> • ИСПОЛЬЗУЙТЕ СРЕДСТВА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИИ СОХРАНЯЙТЕ СПОКОЙСТВИЕ!

1		СООБЩИТЕ ПО ТЕЛЕФОНУ 01: <ul style="list-style-type: none"> • АДРЕС ОБЪЕКТА • ЧТО ПРОИЗОШЛО • ИМЕЮТСЯ ЛИ ПОСТРАДАВШИЕ • СВОЮ ФАМИЛИЮ
2	 	ЛОКАЛИЗУЙТЕ АВАРИЮ <ul style="list-style-type: none"> • ПРЕДОТВРАТИТЕ РАЗВИТИЕ АВАРИИ • ИСПОЛЬЗУЙТЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ
3	 	ЭВАКУИРУЙТЕ ЛЮДЕЙ <ul style="list-style-type: none"> • ОРИЕНТИРУЙТЕСЬ ПО ЗНАКАМ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ • ОКАЖИТЕ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ

План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещения механосборного участка №2



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	КНОПКА ВКЛЮЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ		НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
	ОГнетушитель		НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВВЕРХ/ВНИЗ ПО ЛЕСТНИЦЕ
	ПОЖАРНЫЙ КРАН		ЭВАКУАЦИОННЫЙ ВЫХОД
	ТЕЛЕФОН		ПУТЬ К ОСНОВНОМУ ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
	АПТЕЧКА ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ		ПУТЬ К ЗАПАСНОМУ ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
	ЭЛЕКТРОЩИТ		ВЫ НАХОДИТЕСЬ ЗДЕСЬ

**ПРИ ПОЖАРЕ
ЗВОНИТЬ 01**

4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заключение

В дипломный проекте был спроектирован и разработан технологический процесс механической обработки детали «Шпиндель»

В ходе курсового проектирования был составлен технологический процесс для среднесерийного производства 1000 штук в год.

Кроме того, был выбран оптимальный вид заготовки, режимы резания, основное и штучное время.

Были спроектированы и рассчитано станочное приспособление, описано его устройства, принцип работы и сборки.

Таким образом, можно заключить, что в ходе дипломного проектирования техническое задание было полностью выполнено.

Для разработки дипломного проекта использовалось программное обеспечение:

- ☐ Microsoft Word'2010 - пояснительная записка.
- ☐ Microsoft Excel'2010 - таблицы ТЭП, диаграммы.
- ☐ Компас-3D V15.1 – операционные эскизы, чертежи, иллюстрации.

Литература

1. Н. Н. Остапенко, Н.П. Кириллов, В. В. Данилевский. Общая технология металлов. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. –М.: Изд-во Профтехиздат, 1960г.
2. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках.-М.: Изд-во Экономика, 1988 г.
3. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II. -М.: экономика, 1988 г.
4. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г.- 288 с.
5. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное./ Под ред. Ю.В. Барановского. -М.: Машиностроение, 1972 г.
6. Справочник технолога – машиностроителя. Том 1 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
7. Справочник технолога – машиностроителя. Том 2 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
8. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1.Основы технологии машиностроения:
9. Учебник для вузов / Под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999г. – 564 с., ил.
10. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1.Основы технологии машиностроения: Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. Л. Мурашкина. – М.: Высш. школа, 2003г. – 278 с., ил.
11. Станочные приспособления: Учебное пособие/ А.Г.Схирладзе, В.Ю. Новиков, Г.А. Мелетьев – Йошкар-Ола, ГТУ ,1998г. – 170 с.
12. Станочные приспособления: Справочник Том 1 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.

13. Станочные приспособления: Справочник Том 2 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
14. С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. Инструменты для обработки точных отверстий.– М.: Машиностроение, 2005 г., изд. 2 –е переработанное и дополненное.
15. Современные конструкции инструментов для сверления и растачивания глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №2(95), 2005 г.
16. Смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые при обработке глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №6(51), 2001 г.
17. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
18. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
19. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
20. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
21. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
22. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
23. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.